

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ІНТЕРНАУКА»

ISSN 2520-2057

INTERNATIONAL
SCIENTIFIC JOURNAL
«INTERNAUKA»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
«ИНТЕРНАУКА»

№ 10 (50) / 2018
2 том



**МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ
«ІНТЕРНАУКА»**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL
«INTERNAUKA»**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
«ИНТЕРНАУКА»**

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

Збірник наукових праць

№ 10 (50)

2 том

Київ 2018



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

Журнал зареєстровано в міжнародних каталогах наукових видань та наукометричних базах даних: **Index Copernicus International (ICI);** **Ulrichsweb Global Serials Directory;** **Google Scholar;** **НЭБ elibrary.ru;** **Open Academic Journals Index;** **Research-Bib;** **Scientific Indexing Services;** **Turkish Education Index;** **Polish Scholarly Bibliography;** **Electronic Journals Library;** **Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg Carl von Ossietzky;** **InfoBase Index;** **International Institute of Organized Research;** **CiteFactor;** **Open J-Gate;** **Cosmos Impact Factor;** **Scholar Steer;** **Eurasian Scientific Journal Index;** **Academic keys;** **Російський імпаکت-фактор;** **Наукова періодика України;** **JOURNAL FACTOR;** **Bielefeld Academic Search Engine (BASE);** **The Journals Impact Factor (JIF);** **CrossRef.**

В журналі опубліковані наукові статті з актуальних проблем сучасної науки.

Матеріали публікуються мовою оригіналу в авторській редакції.

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

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

Редакція:

Головний редактор: **Коваленко Дмитро Іванович** — кандидат економічних наук, доцент (Київ, Україна)
Випускаючий редактор: **Золковер Андрій Олександрович** — кандидат економічних наук, доцент (Київ, Україна)
Секретар: **Колодич Юлія Ігорівна**

Редакційна колегія:

Голова редакційної колегії: **Камінська Тетяна Григорівна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)
Заступник голови редакційної колегії: **Курило Володимир Іванович** — доктор юридичних наук, професор, заслужений юрист України (Київ, Україна)
Заступник голови редакційної колегії: **Тарасенко Ірина Олексіївна** — доктор економічних наук, професор (Київ, Україна)

Розділ «Технічні науки»:

Член редакційної колегії: **Бєліков Анатолій Серафимович** — доктор технічних наук, професор (Дніпро, Україна)
Член редакційної колегії: **Луценко Ігор Анатолійович** — доктор технічних наук, професор (Кременчук, Україна)
Член редакційної колегії: **Мельник Вікторія Миколаївна** — доктор технічних наук, професор (Київ, Україна)
Член редакційної колегії: **Наумов Володимир Аркадійович** — доктор технічних наук, професор (Калінінград, Російська Федерація)
Член редакційної колегії: **Румянцев Анатолій Олександрович** — доктор технічних наук, професор (Краматорськ, Україна)
Член редакційної колегії: **Сергейчук Олег Васильович** — доктор технічних наук, професор (Київ, Україна)
Член редакційної колегії: **Чабан Віталій Васильович** — доктор технічних наук, професор (Київ, Україна)
Член редакційної колегії: **Аль-Абабнех Хасан Алі Касем** — кандидат технічних наук (Амман, Йорданія)
Член редакційної колегії: **Артюхов Артем Євгенович** — кандидат технічних наук, доцент (Суми, Україна)
Член редакційної колегії: **Баширбейлі Адалат Ісмаїл** — кандидат технічних наук, головний науковий спеціаліст (Баку, Азербайджанська Республіка)
Член редакційної колегії: **Коньков Георгій Ігорович** — кандидат технічних наук, професор (Київ, Україна)
Член редакційної колегії: **Кузьмін Олег Володимирович** — кандидат технічних наук, доцент (Київ, Україна)
Член редакційної колегії: **Саньков Петро Миколайович** — кандидат технічних наук, доцент (Дніпро, Україна)

Розділ «Фізико-математичні науки»:

Член редакційної колегії: **Задерей Петро Васильович** — доктор фізико-математичних наук, професор (Київ, Україна)
Член редакційної колегії: **Ковальчук Олександр Васильович** — доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник (Київ, Україна)
Член редакційної колегії: **Віцентій Олександр Володимирович** — кандидат математичних наук, доцент (Апатити, Мурманська обл., Російська Федерація)

ЗМІСТ
CONTENTS
СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Dudnik Andrey THE CONCEPT OF A SENSORY NETWORK MEASURING MECHANICAL QUANTITIES	7
Бендерська Ольга Вячеславівна, Левківська Тетяна Миколаївна, Бессараб Олександр Семенович ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПОКАЗНИКА «АКТИВНІСТЬ ВОДИ» ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ ТОМАТНИХ СОУСІВ	11
Иванова Светлана Борисовна, Сальников Иван Сергеевич, Изосимова Снежана Александровна СИСТЕМА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗМЕДИКАМЕНТОЗНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ — ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	15
Іванов Олександр Васильович РОЗРОБКА МОДЕЛІ ТРАНСПОРТУВАННЯ ГАЗУ МАГІСТРАЛЬНИМ ГАЗОПРОВОДОМ	18
Кузьмін Олег Володимирович, Клец Дарина Олександрівна, Черняков Іван Сергійович, Николайчук Юлія Віталіївна КВАЛІМЕТРИЧНА ОЦІНКА РАЦІОНІВ ХАРЧУВАННЯ.....	20
Михалків Володимир Богданович ПЕРЕХІД МАГІСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДУ У РЕВЕРСНИЙ РЕЖИМ	34
Орел Антон Валерійович АНАЛІЗ СОЦІАЛЬНИХ МЕДІА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОЦІНОЧНИХ СУДЖЕНЬ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТУ	36
Петрушка Ігор Михайлович, Мороз Олександр Іванович, Петрушка Катерина Ігорівна ЗОВНІШНЬОДИФУЗІЙНІ ПРОЦЕСИ СОРБЦІЇ БАРВНИКІВ З РІДИННИХ СЕРЕДОВИЩ КОМПЛЕКСНИМИ СОРБЕНТАМИ	44
Пилипів Любомир Дмитрович АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПЛИВУ ТЕРМООБРОБКИ НАФТИ НА ГІДРАВЛІЧНІ ВТРАТИ В МАГІСТРАЛЬНОМУ НАФТОПРОВОДІ.....	48
Сильчук Тетяна Анатоліївна, Дочинець Інга Вікторівна, Юрченко Ольга Володимирівна РОЗРОБЛЕННЯ СМУЗИ ГЕРОДІЄТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	51

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНІ НАУКИ

Дідоборець Олександр Йосипович, Клецков Олександр Миколайович
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ В РОЗПЛАВАХ МЕТАЛІВ З КРИСТАЛІЧНОЮ
ГРАТКОЮ ТИПУ ГЦК.....56

Мірошник Костянтин Артурович
ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ВЗДОВЖ ПІРЛЯНДИ
ІЗОЛЯТОРІВ ЛЕП НВН60

Dudnik Andrey

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Network and Internet Technologies
Taras Shevchenko National University of Kyiv*

Дудник Андрей Сергеевич

*кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры сетевых и интернет технологий
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко*

DOI: 10.25313/2520-2057-2018-10-3889

THE CONCEPT OF A SENSORY NETWORK MEASURING MECHANICAL QUANTITIES

КОНЦЕПЦИЯ СЕНСОРНОЙ СЕТИ ИЗМЕРЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Summary. In our time, the need for separate use of measuring devices has significantly decreased. This trend is characterized by two major changes in the world of electronic devices: In modern devices, sensors have ceased to be independent systems or separate devices and are part of them (in their everyday life they are tablets and smartphones, and in the production they are sensory measuring networks). Measurement systems themselves have ceased to be of interest. They are an integral part of the system, which also includes technologies for processing, measuring, storing and forecasting measurements. An example of using such technologies is “Internet of Things”, which can be considered as one of the IT-technologies that improve professional interaction, due to the shared use of this or that group of people.

Key words: Intelligent home, sensors, microclimate, leakage protection, lighting control, fire and security alarm systems, access control systems.

Аннотация. В наше время потребность в отдельном использовании измерительных приборов значительно снизилась. Эта тенденция характеризуется двумя существенными изменениями в мире электронных устройств: в современных устройствах датчики перестали быть независимыми системами или отдельными устройствами и являются их частью (в повседневной жизни это планшеты и смартфоны, а в производстве они являются сенсорными измерительными сетями). Сами по себе измерительные системы тоже перестали представлять интерес. Они являются неотъемлемой частью системы, которая также включает в себя технологии для обработки, измерения, хранения и прогнозирования измерений. Примером использования таких технологий является “Интернет вещей”, который можно рассматривать как одну из IT-технологий, которые улучшают профессиональное взаимодействие, благодаря совместному использованию той или иной группы людей.

Ключевые слова: интеллектуальный дом, датчики, микроклимат, защита от утечек, управление освещением, системы пожарной и охранной сигнализации, системы контроля доступа.

Introduction

The subject of the study is the measuring sensor network “Internet of Things”, as a kind of informational measuring system that is being solved as a system of professional interaction.

Research methods are the systematic method of analytical research, computer simulation, simulation modeling.

The purpose of the research is to analyze the problem of modern information measuring systems of mechanical quantities, to harmonize the basic concepts and terms, to analyze the concept of deployment of the sensory network “Internet of Things”, to develop a

basic simulation model of sensory measuring network of mechanical quantities as a means of professional interaction.

The article will analyze the problem of modern information measuring systems of mechanical quantities, will agree on the basic concepts and terms, will analyze the concept of deployment of the sensor network “Internet of Things”, will develop a basic simulation model of sensory measuring network of mechanical quantities as a means of professional interaction.

Today there is a decisive transition from individual measuring instruments to intelligent measurement systems of the future generation. In such systems can

simultaneously provide coordinate services, weather forecast, and calorie measurement (based on what distance people overcame and at what speed).

Analysis of recent research

A good solution for such different requirements is the computerized measurement system. They consist of geographically distributed autonomous devices and their intelligent sensors related to them: temperature, sound, vibration, time positioning, etc., they can freely compete with existing measurement systems, and also serve as an addition to any existing measurement system with a professional interactions.

The research of information-measuring systems, including the research of the technologies of modeling, control and interaction of computerized systems of measuring mechanical quantities, is devoted to the work of modern scientists such as Kvasnikov V., Ornadsky D., Osmolovsky A., as well as works by Geyer D., Irwin J., Liery J., Roshan P., Stollings V., Harley D. et al.

Formulation of the problem

The interest in automation networks grows each year due to their low cost and relative simplicity of installation. One of the most promising areas for using these WSN networks is the automation of buildings

and premises, for example, automated systems for temperature and illumination control. The number of incoming sensors (wired sensors) for climate control at someone and the intelligent house (Intelligent House) can be significant, which inevitably leads to high installation and installation costs, and even in some cases, even before the building is reconstructed for laying cable systems Therefore, an economical and efficient alternative to the CAN, BACnet, LonTalk, Ethernet, and TokenBus protocols is a modern wireless sensor network (WSN) in the “Internet of Things”. The WSN wireless sensory networks with Wi-Fi and WiMAX networks, which address office communication tasks (Fig. 1), are integrated into the system.

On the whole, the WSN’s coasts are composed of spatially-allocated autonomous units (SN, Sensor Nodes) that communicate with the purpose of joint monitoring of physical parameters or ambient conditions such as air temperature, sound, vibration, and pressure, movement of parts during structural assembly or diffusion of pollutants into the air. The model and parameters without a proximity sensor are shown in Fig. 2.

In most pockets, microcontrollers installed in nodes are implemented in 8-bit Harvard architecture with an average RAM (128-Kb) and 64 kb data. For the most part, the transmission frequency is in the range of

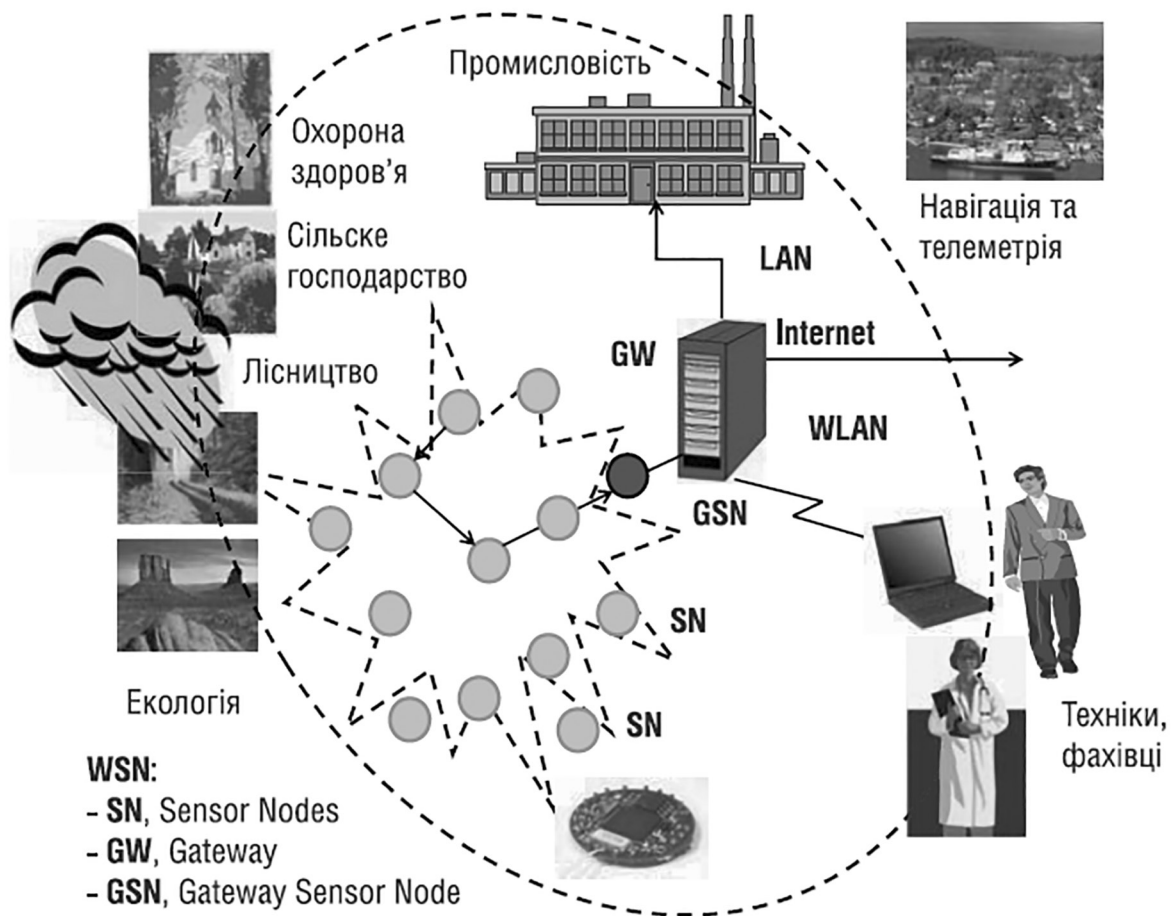


Fig. 1. Areas of application of sensory pawns WSN

F = 315 ... 916 MHz (Mica2, Mica2Dot) or F = 2.4 GHz (ZigBee IEEE802.15.4, Imote). The data transfer speed of DR is usually small and ranges from 38 kBits/s to 0.7 MB/s. The radius of the sensor is in the range of 30 to 150 m. The energy consumption is determined by the sensor operation phase and is up to 1,000 mW for data transmission and reception, 100 mW for Idle Mode and up to 0.05 mW for partial mode Sleep Mode. The average transmit power is PTx = 4–10 dBm. To provide Real Time Requirements in the WSN automation outings, only short messages that are called telegrams are allowed (TL ~ 100 bits) with relatively small headers (overhead, OH).

Improved accuracy of measurements

When solving many practical problems arising in instrument making, as well as in conducting research, there is a shortage of information due to the nature of the measurement of the function of the state and other factors. The specified deficit is replenished by solving the problems of controlling distributed systems that are part of the Internet of Things network such as mathematical modeling, estimating the state and parameters of stochastic processes, minimizing the number of measuring points and optimizing their location in the spatial domain.

Formulation of the problem. Consider the case of measuring (estimating) the vector information parameter under the influence of the additive interference with the non-Gaussian probability distribution density in the “Internet of Things” sensory network.

The random process selection $X_h = X(t_h), h = 1, \dots, H$, is a mixture of the useful signal $S(\lambda, t_h)$, that carries information about the measurement information parameters $\lambda = \{\lambda_1, \dots, \lambda_m\}$, and additive generally non-Gaussian noise n_h [1; 3; 4]

$$X(i_h) = S(\lambda, t_h) + n_h.$$

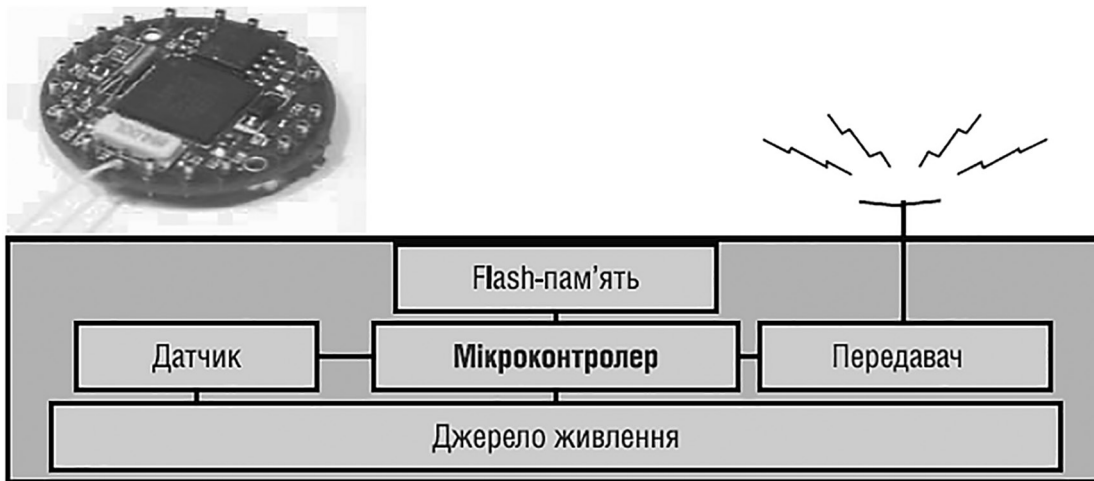
We believe that the results of measurement of mechanical quantities are functions of sufficient statistics and have asymptotic properties of sufficiency, instability and normality, as well as the regularity conditions are fulfilled. We believe that additive interference and measurement parameters are independent.

The task of determining the optimal filtering of the random process of measuring mechanical quantities is to convert a signal ξ to the target as the most accurate reproducing S . The distribution density $p(x/\lambda)$ depends on the vector parameter $\lambda = \{\lambda_1, \dots, \lambda_s\}, p \geq 2$. To obtain a timetable in a power polynomial relative

$$\ln p_s(x/\lambda) = \int_a^\lambda \sum_{i=1}^s k_i(t) [x^i - m_i(t)] dt + c_s(x), \quad (1)$$

where $c_s(x)$ — he function that does not depend on λ , and for the convergence in x sequence $\{\ln p_s(x/\lambda)\}$ to the logarithm of the distribution density $\ln p(x/\lambda)$ at $s \rightarrow \infty$ need to $k_i(\lambda)$ are determined from the solution of the system of linear algebraic equations [1].

$$\sum_{j=1}^s k_j(\lambda) F_{ij}(\lambda) = \frac{d}{d\lambda} m_i(\lambda), \quad i = \overline{1, s},$$



Архітектура мікроконтролера розрядністю 8 біт:

- Оперативна пам'ять програм – 128 KB;
- Оперативна пам'ять даних RAM – 64 KB;
- Flash-пам'ять – 1 MB;
- Частотний діапазон:
 - F=315–916 МГц для Mica 2, Mica2Dot;
 - F=2,4 ГГц для ZigBee IEEE 802.15.4, Imote

Приклад CPU: Intel StrongARM

- швидкість передавання:
 - DR=38 кбіт/с–0,7 Мбіт/с;
- відстань: D=30–150 м;
- живлення: максимум 1000 мВт;
- потужність передавання: PTx=4–10 дБм;
- короткі повідомлення: TL=100 біт/1 мс;
- Операційна система: Tiny OS

Fig. 2. Model and parameters of the wireless sensor

where $F_{ij}(\lambda) = m_{i+j}(\lambda) - m_i(\lambda)m_j(\lambda)$ $i, j = \overline{1, s}$, $m_i(\lambda)$, $m_j(\lambda)$ — moments. According to the schedule (1), to find the vector parameter, the approximation of the compatible density distribution of independent sample values will have the form

$$p_{sn}(x/\lambda) = \exp \left\{ \sum_{i=1}^s h_{mi}(\lambda) \cdot t_{in} + h_0(\lambda) + c_s(x, \lambda/\lambda_m) \right\}, \quad (2)$$

where the notation is introduced:

$$h_{mi}(\lambda) = \int_a^\lambda k_{im} dt,$$

$$h_0(\lambda) = n \int_a^\lambda \sum_{i=1}^s k_i(t) b_i(t) dt,$$

$$t_{in} = \sum_{r=1}^n c_s(x_r),$$

But $c_s(x, \lambda/\lambda_m)$ — function independent of the composite vector parameter.

In accordance with the Cramer-Rao theorem, the variance of any unbiased estimation is determined by the inequality [1]

$$G_\lambda^2 \geq [-m\{d^2 \ln W_n(\lambda) / d\lambda^2\}]^{-1}, \quad (3)$$

where $W_n(\lambda)$ — function of plausibility.

We believe that the logarithm of the probability function (LFP) exists and has the form

$$B_n = \ln W_n\{X_h - S(\lambda, t_h)\}, \quad (4)$$

where $W_n\{*\}$ — There is an additive interference.

To evaluate the accuracy of the measurement of the vector information parameter, we shall consider, for example, the random vibrational processes that occur when the foundation is fluctuating in flexible production systems and frequency measurement — ω , frequency derivative — ω' and phase — φ of the useful signal of the sensors

$$S(\lambda, t_h) = U_{mh} \cos[(\omega + 0, 2\omega' t_h) t_h + \varphi]. \quad (5)$$

Let's represent a useful signal (2) $S(\lambda, t_h)$ in the form

$$S(\lambda, t_h) = U_{mh} \cos(\lambda_1 + \lambda_2 t_h + \lambda_3 t_h^2), \quad (6)$$

where $\lambda_1 = \varphi$; $\lambda_2 = \omega'$; $\lambda_3 = \omega$.

For a measuring signal we define the derivatives:

$$S'_{\lambda_i}(\lambda, t_h) = U_{mh} t_h^{i-1} \sin(\hat{\lambda}_1 + \hat{\lambda}_2 t_h + \hat{\lambda}_3 t_h^2); \quad i = 1, 2, 3. \quad (7)$$

In estimating the information parameters for the maximum of the a posteriori density of probability distribution (ASSR), three equations are fulfilled:

$$\frac{d}{d\lambda_1} \ln W_y(\lambda) \Big|_{\lambda_1 = \hat{\lambda}} = 0; \quad \frac{d}{d\lambda_2} \ln W_y(\lambda) \Big|_{\lambda_2 = \hat{\lambda}} = 0;$$

$$\frac{d}{d\lambda_3} \ln W_y(\lambda) \Big|_{\lambda_3 = \hat{\lambda}} = 0. \quad (8)$$

References

1. Kvasnikov V. P. Kontseptsiya povirky koordynatno-vymiryuval'nykh mashyn cherez Internet / V. P. Kvasnikov, T. M. Khaeyn // Metrolohiya ta prylady. — 2013. — № 6. — S. 48–53. <http://ua.amu.in.ua/journal1>
2. Kvasnikov V. P. Nova metodyka rozrakhunku datchyka deformatsiy / V. P. Kvasnikov, T. I. Hanyeva // Vymiryuval'na ta obchyslyuval'na tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh — 2015. — № 3 (52). — S. 169–173. <http://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/41E185F3-5121-491D-84A7-F1E92DE5FB6E.pdf>
3. Kvasnikov V. P. Method of measurement of stress in loaded structures / V. P. Kvasnikov, T. I. Ganeva // Scientific and technical journal “Metallurgical and Mining Industry”. Founder: “Ukrmetallurginform “Scientific and Technical Agency”, Ltd, № 7. — 2015. — p. 340–343.
4. Kvasnikov V. P. Rozrobka ta doslidzhennya intelektual'noyi systemy dlya analizu ymovirnisnykh kharakterystyk vpadkovykh protsesiv mekhanichnykh velychyn / V. P. Kvasnikov, Yu. P. Leshchenko // Tekhnolohycheskyy audyt y rezervy proyzvodstva. — 2015. — № 5/3 (25). — S. 100–102.
5. Ornatskiy D. P. Optimizacija analogovogo interfejsa informacionno-izmeritel'nyh sistem dlja distancionnyh izmerenij mekhanicheskikh velichin / D. P. Ornatskiy, V. P. Kvasnikov, A. I. Osmolovskiy // Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovyh tehnologij. — 2014. — № 4 (70). — S. 31–37. <http://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-analogovo-g-interfejsa-informatsionno-izmeritelnyh-sistem-dlya-distantsionnyh-izmereniy-mekhanicheskikh-velichin>
6. Stukhlyak P. D. Teoriya informatsiyi (informatsiyno-vymiryuval'ni systemy, pokhybky, identyfikatsiya) / P. D. Stukhlyak, O. V. Ivanchenko, A. V. Buketov, M. A. Dolhov / Navchal'nyy posibnyk. — Kherson: Aylant, 2011. — 371 s.

Бендерська Ольга Вячеславівна

*аспірант кафедри технології консервування
Національного університету харчових технологій*

Бендерская Ольга Вячеславовна

*аспірант кафедры технологии консервирования
Национального университета пищевых технологий*

Benderska Olga

*Graduate Student of the Technology of Preservation Department of the
National University of Food Technology*

Левківська Тетяна Миколаївна

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри технології консервування
Національний університет харчових технологій*

Левковская Татьяна Николаевна

*кандидат технических наук,
доцент кафедры технологии консервирования
Национальный университет пищевых технологий*

Levkivska Tatyana

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Technology of Canning Department
National University of Food Technology*

Бессараб Олександр Семенович

*кандидат технічних наук, професор,
завідувач кафедри технології консервування
Національний університет харчових технологій*

Бессараб Александр Семенович

*кандидат технических наук, профессор,
заведующий кафедрой технологии консервирования
Национальный университет пищевых технологий*

Bessarab Alexander

*Candidate of Technical Sciences, Professor,
Head of the Technology of Canning Department
National University of Food Technology*

**ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПОКАЗНИКА «АКТИВНІСТЬ ВОДИ»
ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ ТОМАТНИХ СОУСІВ**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОКАЗАТЕЛЯ «АКТИВНОСТЬ ВОДЫ»
И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ТОМАТНЫХ СОУСОВ**

**TECHNOLOGICAL ASPECTS OF «WATER ACTIVITY» INDICATOR
AND ITS INFLUENCE ON THE QUALITY OF TOMATO SOUSS**

Анотація. В статті наведено теоретичний огляд показника «Активність води» та досліджено його вплив на зміни під час процесу зберігання консервованих продуктів. Наведено результати експериментальних досліджень активності води в томатних соусів із застосуванням томатів різного ступеню зрілості.

Ключові слова: томатний соус, активність води, мікробіологічна безпека.

Аннотация. В статье приведены теоретический обзор показателя «Активность воды» и исследование его влияния на изменения в процессе хранения консервированных продуктов. Приведены результаты экспериментальных исследований активности воды в томатных соусах с применением томатов разной степени зрелости.

Ключевые слова: томатный соус, активность воды, микробиологическая безопасность.

Summary. The article gives a theoretical overview of the «Water Activity» indicator and investigates its influence on changes in the process of preservation of canned products. The results of experimental studies of water activity in tomato sauces using tomatoes of different maturity levels are presented.

Key words: tomato sauce, water activity, microbiological safety.

Постановка проблеми. Сучасний стан економічного розвитку країни ставить нові завдання і визначає пріоритет для всіх галузей промисловості, в тому числі і для харчової галузі. Необхідність забезпечення населення доступними продуктами харчування високої якості в умовах швидкої зміни життя буде актуальною завжди. Важливим завданням також є спрощення процесу отримання готової продукції як на виробництві, так і в побуті. Швидке рішення цих задач можливо лише з впровадженням наукомістких технологій в харчову промисловість. З цією метою науковцями кафедри технології консервування Національного університету харчових технологій запропоновано застосування комплексних технологій переробки томатопродуктів, а саме — використання вторинних томатних ресурсів в технологіях харчових продуктів [1].

Встановлено, що на сьогодні потенціал корисних властивостей вторинної томатної сировини майже не використовується в харчовій промисловості. Аналіз хімічного складу томатів технічної зрілості вказує на їх високу харчову та біологічну цінність, яка обумовлена підвищеним вмістом білків, ліпідів, вуглеводів та наближена до сучасних рекомендацій, щодо створення раціонів здорового харчування населення [2].

З метою встановлення можливості застосування томатів технічної зрілості в технологіях харчових продуктів авторами розроблено рецептури томатних соусів та встановлено зміни показника активності води впродовж терміну зберігання, встановлено біологічну цінність та фізико-хімічні показники готового продукту.

Виклад основного матеріалу. Вода у соусі, як і в будь-якому біологічному матеріалі, також утримується всіма формами зв'язку і виступає на рівні з іншими, як звичайна складова частина тканини або продукту. Однак характер і міцність форм її зв'язку неоднакові. Найбільш міцно зв'язана адсорбційна волога, найменш міцно в продукті зв'язана волога, додатково поглинена білковими системами в процесах їх гідратації.

За допомогою цього показника оцінюють рівень участі води в різних хімічних, біохімічних і мікробіологічних реакціях, що протікають в продукті як в процесі виготовлення, так і в процесі його зберігання: окислення ліпідів, ферментативну і неферментативну активність, гідролітичні реакції, розвиток мікроорганізмів.

Із загальної кількості води, що міститься в харчовому продукті, мікроорганізми, наприклад, можуть використовувати для своєї життєдіяльності лише певну «активну» її частину. І для кожного виду мікроорганізмів існують максимальне, мінімальне та оптимальне значення активності води. Відхилення значення A_w від оптимального призводить до гальмування процесів життєдіяльності мікроорганізмів, а іноді і до їх загибелі. Встановлені наступні параметри показника активності води оптимальні для розвитку різних видів мікроорганізмів (табл. 1).

Термін «активність води» вперше був введений 1952 року, коли встановили, що існує залежність між станом води в продукті і зростанням кількості мікроорганізмів в ньому. За класифікацією П. А. Ребіндера [3] всі форми зв'язку води були розділені на три групи: хімічна, фізико-хімічна і фізико-механічна. Відповідно до цієї класифікації розрізняють наступні види зв'язаної води: хімічно зв'язана, адсорбційно зв'язана, вода макро- і мікрокапілярів; осмотично зв'язана вода, вільно утримувана каркасом тіла (імобілізаційна) [3; 4].

У нашій країні для характеристики вмісту води в харчових продуктах в основному використовується єдиний показник — це «масова частка вологи». Цей кількісний показник не відображає всього комплексу взаємодій, які присутні в харчовому продукті. Разом з тим, існує показник «Активність води», який є основним критерієм характеристики стану води в харчових продуктах і широко застосовується в усьому світі, як для прогнозування технологічних властивостей продуктів, і є потужним інструментом регулювання якості харчового продукту і термінів його зберігання.

У основній масі харчових продуктів значення A_w вище 0,95. А більшість бактерій, дріжджів і цвілевих

Таблиця 1

Значення активності води оптимальні для розвитку мікроорганізмів в консервованих продуктах

Бактерії	Значення активності води А	Плісені і дріжджі	Значення активності води А
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0.97	<i>Rhizopus nigricans</i>	0.93
<i>Bacillus cereus</i>	0.95	<i>Mucor plumbeus</i>	0.92
<i>Clostridium botulinum</i> , Type A	0.95	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	0.92
<i>Escherichia coli</i>	0.95	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0.90
<i>Clostridium perfringens</i>	0.95	<i>Paecilomyces variotti</i>	0.84
<i>Lactobacillus viridescens</i>	0.95	<i>Penicillium chrysogenum</i>	0.83
<i>Salmonella</i> spp.	0.95	<i>Aspergillus fumigatus</i>	0.82
<i>Enterobacter aerogenes</i>	0.94	<i>Penicillium glabrum</i>	0.81
<i>Bacillus subtilis</i>	0.90	<i>Aspergillus flavus</i>	0.78
<i>Micrococcus lysodekcticus</i>	0.93	<i>Aspergillus niger</i>	0.77
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.86	<i>Zygosaccharomyces rouxii</i> (osmophilic yeast)	0.62
<i>Halobacterium halobium</i> (halophilic bacterium)	0.75	<i>Xeromyces bisporus</i> (xerophilic fungi)	0.61

грибів ростуть при A_w нижче цього рівня. Розвиток спор *C. botulinum* гальмується при активності води близько 0,93. Змінювати A_w продукту можна різними способами: додаванням розчинних солей, цукрів і інших компонентів, зневодненням, підняттям осмотичного тиску, перетворенням частини води в лід при заморожуванні і ін.

Авторами проведено дослідження щодо вивчення впливу застосування томатів різного ступеню зрілості на показник активності води в томатних соусах. Для цього застосовували сорти томатів біологічної та технічної стиглості сортів, районованих в центральному регіоні України. Томатний соус готували за класичними технологіями та уварювали в лабо-

раторному роторному випарнику при температурі 55 °С до вмісту сухих речовин 18 %. Отримані зразки стерилізували та фасували в скляну тару і закладали на зберігання при температурі 4–5 °С. Активність води в томатних соусах визначали за допомогою аналізатора активності води Rotronic HygroLab.

Проби для визначення відбирали з інтервалом 30 діб. Результати досліджень наведені на рис. 1

Аналіз отриманих результатів підтвердив попередні дослідження щодо активності води в консервованих продуктах [2; 3]. Так, при використанні в рецептурах соусу томатів біологічної зрілості максимальне значення A_w було досягнуте при зберіганні впродовж 8 місяців та становило 0,972. При

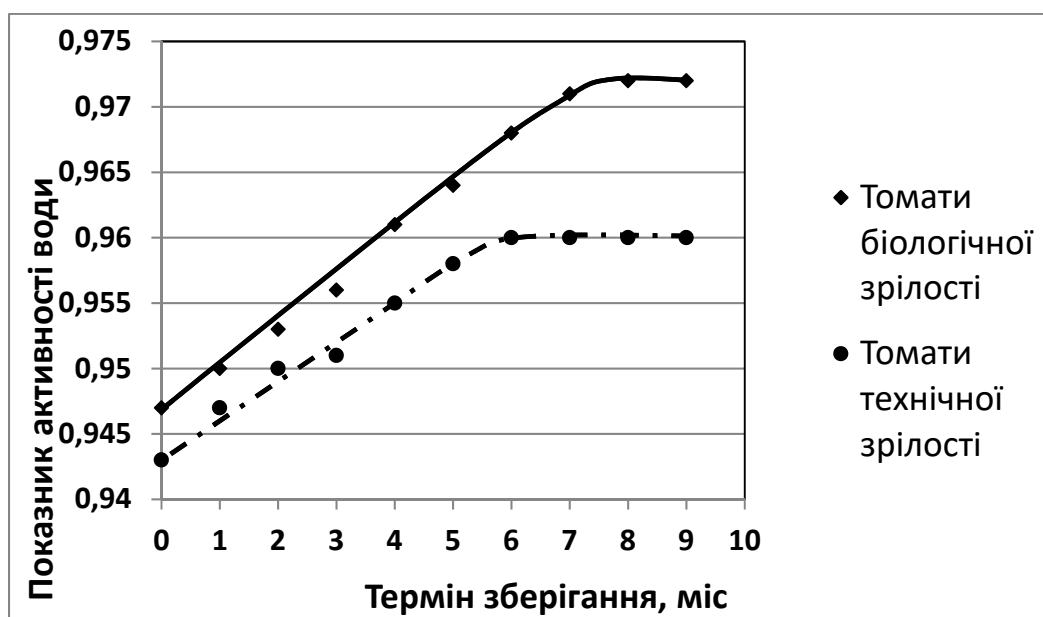


Рис. 1. Залежність показника активності води від термінів зберігання томатних соусів

цьому визначення активності води в соусі на основі томатів технічної стиглості дозволило встановити, що максимальне значення A_w було досягнуте при зберіганні впродовж 6-ти місяців та становило 0,96. Отримані результати можна пояснити хімічним складом томатів технічної зрілості [5], що містять на 11 % більше білкових речовин, а вуглеводний склад представлений складними цукрами та пектинами, які здатні адсорбувати та хімічно утримувати вологу, що дозволяє продовжувати терміни зберігання готового продукту.

Висновки. Теоретичний огляд показника «Активність води» дозволив встановити його вагому роль у визначенні якості харчових продуктів та вплив на розвиток мікроорганізмів. Дослідження застосування томатів різної стиглості дозволяють стверджувати, що використання томатів технічної зрілості в технологіях консервованих соусів дозволяє знизити показник активності води на 12 % в порівнянні із томатами біологічної зрілості, що дозволяє продовжити терміни зберігання готового продукту.

Література

1. Buera P., Charle G. Water activity, glass transition and microbial stability in concentrated cemimoist food system G. Food Sci. — 1994. — № 59. — P. 921–927.
2. Кеннет Дж., Валентас Энрике Ротштейн и др. Пищевая инженерия. — С.-Петербург: «Профессия», 2004. — С. 76–78.
3. Щеглов Н. Г. Технология консервирования плодов и овощей. — М.: «Палеотип», 2002. — С. 25–27.
4. Шобингер У. и др. Фруктовые и овощные соки. — С.-Петербург: «Профессия», 2004. — С. 274, 293–295.
5. Benderska O., Bessarab A., Shutyuk V. Study of the use of edible powders in tomato sauce technologies. Food science and technology. 2018. Vol. 12, Issue 2. P. 59–65. DOI: <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v12i1.837>

УДК 159.9.07

Иванова Светлана Борисовна

заместитель директора по научной работе

Государственное учреждение «Институт проблем искусственного интеллекта»

Ivanova Svetlana

Deputy Director of Scientific Work

Institute for Artificial Intelligence

Сальников Иван Сергеевич

кандидат технических наук

Государственное учреждение «Институт проблем искусственного интеллекта»

Salnikov Ivan

Candidate of Technical Sciences

Institute for Artificial Intelligence

Изосимова Снежана Александровна

специалист по информационным технологиям 1 категории

Государственное учреждение «Институт проблем искусственного интеллекта»

Izosimova Snezhana

IT Specialist of the 1st Category

Institute for Artificial Intelligence

СИСТЕМА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗМЕДИКАМЕНТОЗНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

SYSTEM OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL DRUG-FREE COMPUTER DIAGNOSTICS – PROBLEMS AND PROSPECTS

Аннотация. В статье анализируются методические и программно-технические характеристики научной разработки сотрудников Государственного учреждения «Институт проблем искусственного интеллекта» – системы психофизиологического диагностирования, интеллектуально-духовной реабилитации и безмедикаментозной терапии (СИДРТ). Сделан прогноз ее дальнейшего использования среди широких масс населения.

Ключевые слова: система психофизиологического диагностирования, интеллектуально-духовная реабилитация, безмедикаментозная терапия, научная разработка, искусственный интеллект.

Summary. The article examines the teaching programs, technical and characteristics of research and development staff of the State institution «Institute of prosecution intelligence» system of psycho-physiological diagnosis, intellectual-du rehabilitation and cellars therapy (SERT). The forecast for its future use Siro among the masses of the population.

Key words: system of psycho-physiological diagnosis, intellectual-du rehabilitation, basements therapy, a new development, the prosecution of intelligence.

Введение. Личность нельзя рассматривать вне контекста: той социальной среды, в которой человек появился на свет и благодаря нормам и требованиям которой он воспитывался. Психолог-исследователь А. Столяров рассматривает индивидуальность взрослого человека как синкретический симбиоз биологической и социальной стороны его существования. Причем такие понятия, как характер и темперамент, находятся на

границе между биологическими возможностями организма (например, такими, как память, интересы, менталитет, хобби и проч.) и их социальными эквивалентами (образованием, процессом социальной адаптации и т.д.).

И хотя У. Черчилль дал знаковую характеристику «...загадка в загадке» России, однако, данное утверждение целиком и полностью раскрывает феномен самой человеческой личности.

Психоэмоциональное состояние человека, а значит и его способность к творчеству, обучению, претерпевает изменения почти ежеминутно, даже ежесекундно. Ученые насчитывают около 85 эмоциональных состояний человека, общее самочувствие которого может характеризоваться в пределах нормы.

Историческая подоплека рассматриваемого вопроса. Если древние греки (Аристотель, Платон) рассматривали окружающий нас мир, как идейное сообщество. Причем, у каждой вещи при этом есть своя живая душа. Этот аспект был актуален как для мира живой природы (флора и фауна), так и для созданных человеком вещей (например, предметов искусства — картины, скульптуры и проч., до бытовых вещей включительно) [1]. Поэтому впервые параллели между эмоциями, интеллектуальной деятельностью человека и окружающим миром были проведены еще древнегреческими философами.

В современности на первый план выступает вещьественность. Т.е. необоримая тяга к приобретению новых вещей, должностей и прочих материальных благ. Таким образом, такое понятие, как мораль, душа, отходит на второй план. Фактически возникает определенное еще Пелевиным уравнение: окружающий мир, особенно в современной западной интерпретации, это своего рода магазин, в котором постоянно действуют следующие составные части: продавец — покупатель — товар [2].

Таким образом, социальные роли в современном мире западной правящей элитой определены окончательно и бесповоротно:

- человек — либо покупатель, который постоянно приобретает тот или иной товар, вне зависимости от того, нужен он ему или нет;
- человек представляет собой сам товар, который постоянно продают и покупают окружающие;
- человек — это продавец, который постоянно покупает вещи определенного качества, в зависимости от того, насколько ему позволяют собственные возможности и средства [2].

Поэтому возникает острая необходимость в валеологическом подходе к воспитанию и развитию личности человека. Когда на первый план выходит сама личность, как таковая, а не та социальная обстановка, которая ее окружает.

Актуальность поставленной проблемы. Благодаря чему, на фоне постоянно возрастающей в современном обществе напряженности и тревожности, возникает острая необходимость в объективном психофизиологическом диагностировании и безмедикаментозной коррекции личности. Усиливает необходимость этого еще и то, что бурное развитие науки и техники обладает не только позитивной, но и негативной общественной ролью: аварии на АЭС, ГЭС, предприятиях химической промышленности и т.п.

Методическая и программно-техническая характеристика системы СИДРТ. Создание системы психофизиологического диагностирования и без-

медикаментозной коррекции личности возможно при использовании современных компьютерных технологий и научных разработок. Наиболее ярким представителем которых является разрабатываемая в Государственном учреждении «Институт проблем искусственного интеллекта» система психофизиологического диагностирования, интеллектуально-духовной реабилитации и безмедикаментозной терапии (СИДРТ).

Данная система включает в себя различные базовые методики диагностирования состояния человека и тесты международного уровня:

- 1) методику САН (самочувствие, активность, настроение) — разработал В. А. Доскин вместе с соавторами в 1973 году. Ее составляющие — 30 биполярных шкал для характеристики психоэмоционального состояния человека. В свою очередь они группируются на три категории: настроение, активность и самочувствие. Конечный результат определяется по сумме баллов, набранных по определенным позициям шкалы самооценки. Вариативный результат в пределах 50–55 баллов определяется как норма;
- 2) «Градусник» — для самооценки эмоциональных состояний человека. Разработчик — Н. П. Фетишкин. Данная методика предназначена для выявления эмоциональных состояний «здесь и сейчас». Ее особенностью выступает тот момент, что она фиксирует психофизиологическое состояние личности в динамике. Шкалы градусника соответствуют 10 различным состояниям: от восторженного (радостного) до раздраженного и пресыщенного. Конечный результат интерпретируется в интервале 36–39 градусов. Что соответствует выраженности эмоционального состояния от слабой до высокой и очень высокой степени;
- 3) шкала ситуативной тревожности (ШСТ) — разработчик Ч. Д. Спилберг. К отечественным реалиям адаптирована Ю. Л. Ханиным. Основное предназначение данной методики — определение уровня тревожности человека в данный конкретный момент. Тестируемый должен ответить на 20 вопросов и утверждений. Каждый ответ оценивается по балам. Итог в диапазоне от 20 до 80 баллов. При этом следует учитывать, что чем выше бал, тем выше уровень тревожности. 30 баллов — низкая тревожность, 31–44 балла — умеренная степень тревожности, 45 и выше — высокая (критическая) степень тревожности;
- 4) методика «Диагностирования уровня социальной фрустрированности» — разработана Л. И. Вассерманом. Данная методика представляет собой опросник. Который фиксирует степень неудовлетворенности тестируемого своими социальными достижениями на разных жизненных этапах. Представляет собой 20 вопросов и 5 вариантов ответа на каждый из них: «полностью удовлетворен, скорее удовлетворен, затрудняюсь ответить,

скорее неудовлетворен, полностью неудовлетворен»;

5) методики диагностирования профессионального выгорания (сгорания) представляет собой комплекс, в который включены 2 составляющие части:

1) «Диагностика уровня профессионального выгорания» — разработчик В. В. Бойко. Позволяет определять эмоциональное отношение личности к своей профессиональной деятельности. Связана с состоянием психической усталости человека, на протяжении долгого времени выполняющего одну и ту же работу. Текст опросника включает 84 утверждения, на каждое из которых тестируемый должен ответить при согласии — положительно, при несогласии — отрицательно. Таким образом формируется объективная картина синдрома «эмоционального выгорания» испытуемого.

2) Методика «Опросник на выгорание» — разработана дуэтом американских психологов-исследователей К. Маслач и С. Джексон. Главное предназначение — определение степени «выгорания» в профессиях, связанных с общением — тип «человек — человек». К отечественным реалиям адаптирована Н. Е. Водопьяновой. Текст опросника представляет собой 22 вопроса-утверждения и включает 3 шкалы: «эмоциональное истощение, деперсонализация, редукция личных достижений». На каждый вопрос предоставляется 6 вариантов ответа с различными оценками в баллах. Цветовой тест Люшера, гелотология — смехотерапия, от греч. смех и т. д. [3].

Не следует оставлять без внимания и такие направления, как музыкотерапия (например, гармоничная, либо религиозная музыка — лучшие терапевты. Которые не только снимают напряженность и стресс, но и дарят цветотерапия (стимулирующие, дезинтегрирующие, статические, пастельные, подавляющие цвета), гелотология (от греч. смех, т. е. смехотерапия), либропсихотерапия. Учеными доказано, что именно смех останавливает выработку

в организме так называемых стрессовых гормонов: кортизола, допамина и норэпинефрина. Смех также блокирует болевые ощущения, т. к. во время этого процесса вырабатываются гормоны счастья — эндорфины и катехоламины. Причем терапевтический эффект смеха сохраняется в организме человека на протяжении суток [3].

Таким образом, СИДРТ, кроме непосредственных требований коррекции и диагностирования эмоционального состояния человека, отвечает главному требованию, выдвигаемому к системам искусственного интеллекта подобного типа — максимальной простоте использования и интерфейса. В котором должны сочетаться доступность использования для тестируемого, информативность текстов тестов, а также красочность, привлекательность, заряд позитивного восприятия сопровождающих компонентов — иллюстраций и звукового фона каждого теста [4].

Программная характеристика СИДРТ включает в себя использование интерфейсов, обладающих высокой степенью визуализации. Гипертекстовая разметка написана на языке HTML. Язык сценариев для написания тестов и функций — JavaScript. Программная оболочка написана на языке C++ с использованием библиотеки классов MFC среды Microsoft Visual Studio.

Вывод. Не следует забывать и о том, что данная разработка предназначена для индивидуального использования. Что обеспечивает чрезвычайно широкую степень ее применения, как в общественных организациях: например, на предприятиях, в ВУЗах, школах, больницах и проч. Так и в индивидуальном порядке — непосредственно тестируемым в домашней обстановке.

Таким образом, компьютерные технологии воплощают в реальность процесс формирования духовных «доминант» вместо царящей в современном мире бездуховности и стяжательства. Кроме того, использование СИДРТ способствует популяризации систем искусственного интеллекта среди широких масс населения различной возрастной и социальной категорий.

Литература

1. Аристотель, Платон, Диоген — сокровищница философской мысли [Текст] / состав. А. С. Пузиков. — М.: Знание, 2011 г. — 320 с.
2. Пелевин, В. О. Generation «П» [Текст] / В. О. Пелевин. — М.: АСТ, 2004. — 336 с.
3. Сальников, Р. И. Разработка и построение комплексной компьютерной системы психофизиологического диагностирования, интеллектуально-духовной реабилитации и безмедикаментозной терапии [Текст] / Р. И. Сальников, А. И. Шевченко, А. В. Дьяченко // Искусственный интеллект. — 2007. — № 3. — С. 6–16.
4. Сальников, И. С. Современные методы и методики изучения и диагностирования интеллектуально-психофизиологических состояний человека и способы их компьютерной аудиовизуальной терапии [Текст] / И. С. Сальников, Р. И. Сальников // Искусственный интеллект. — 2006. — № 4. — С. 548–554.

Іванов Олександр Васильович

кандидат технічних наук,

доцент кафедри транспорту і зберігання нафти і газу

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Іванов Александр Васильевич

кандидат технических наук,

доцент кафедры транспорта и хранения нефти и газа

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

Ivanov Oleksandr

PhD, Associate Professor of the

Department of Transportation and Storing of Oil and Gas

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ТРАНСПОРТУВАННЯ ГАЗУ МАГІСТРАЛЬНИМ ГАЗОПРОВОДОМ

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГАЗА МАГИСТРАЛЬНЫМ ГАЗОПРОВОДОМ

DEVELOPMENT OF THE GAS TRANSPORTATION MODEL BY THE MAIN GAS PIPELINE

Анотація. Проаналізовано існуючі моделі транспортування газу та закони, які їх описують та виконано огляд методів моделювання. Розроблено модель транспортування газу магістральним газопроводом. За допомогою неї виконано теплогідравлічний розрахунок модельного кільканиткового газопроводу. Дана модель дає змогу знайти максимальну кількість газу, яка може бути транспортована кільканитковим газопроводом з врахуванням технологічних обмежень параметрів роботи компресорних станцій.

Ключові слова: моделювання, магістральний газопровід, пропускна здатність, енергоефективність.

Аннотация. Проанализированы существующие модели транспортировки газа и законы, которые их описывают и выполнен обзор методов моделирования. Разработана модель транспортировки газа по магистральному газопроводу. С помощью нее выполнено теплогидравлический расчет модельного многониточного газопровода. Данная модель позволяет найти максимальное количество газа, которое может быть транспортировано многониточным газопроводом с учетом технологических ограничений параметров работы компрессорных станций.

Ключевые слова: моделирования, магистральный газопровод, пропускная способность, энергоэффективность.

Summary. The existing gas transportation models and the laws that describe them and review the simulation methods are analyzed. A model for gas transportation along the main gas pipeline has been developed. With it, a thermodynamic calculation of a model multi-line gas pipeline was performed. This model allows you to find the maximum amount of gas that can be transported by a multi-line gas pipeline, taking into account the technological limitations of the parameters of the compressor stations.

Key words: modeling, main gas pipeline, flow capacity, energy efficiency.

Українська газотранспортна система тісно інтегрована в газотранспортну систему Європи та має велике значення для забезпечення енергетичної безпеки країн ЄС. Розгалужена газотранспортна інфраструктура, у поєднанні з комплексом підземних сховищ газу, гарантують надійність,

гнучкість та безперебійність транзиту природного газу до країн Центрально-Східної Європи, Балканського регіону та Туреччини.

Від ефективності використання транспортної інфраструктури безпосередньо залежить стан української економіки у цілому. Тому для збереження

конкурентоздатності українських газопроводів та їх привабливості для експортерів газу розроблена і впроваджується програма реконструкції та модернізації ГТС. Десятирічний план модернізації ГТС України на 2018–2027 рр. розроблено з метою приведення виробничих потужностей у відповідність до європейських стандартів надійності, безпечності та екологічності під час експлуатації компресорних станцій та транспортування газу.

Незважаючи на початок будівництва другої нитки газопроводу «Північний потік 2» та «Турецький потік» українська ГТС не втратить своєї значимості через її універсальність та наявність на шляху транспортування вуглеводнів підземних сховищ газу. Важливо зазначити, що новий обхідний газопровід «Північний потік 2» є економічно недоцільним, оскільки витрати на його будівництво в десятки разів перевищують обсяги коштів, необхідних для якісної технічної підтримки існуючого маршруту — української ГТС.

Після введення зазначених газопроводів в дію Україна буде змушена оптимізувати власну газотранспортну інфраструктуру, переорієнтувавши її переважно на задоволення потреб внутрішніх споживачів. Проте «Укртрансгаз» активно проводить інтеграцію в загальноєвропейську газову систему та створює додаткові диверсифіковані маршрути постачання газу.

В умовах, що склалися, важливе значення має реалізація енергоефективної технології експлуатації магістральних газопроводів за обсягів транспортування, значно менших за проектну пропускну здатність.

Метою досліджень було розроблення методу теплогідрравлічного розрахунку кільканиткового газопроводу та апробація його на модельному газопроводі.

Газотранспортні системи характеризуються складною конфігурацією, компресорні станції обладнані різними типами газоперекачувальних агре-

гатів. Це все зумовлює велику кількість можливих варіантів роботи ГТС [1, с. 69–78; 2, с. 110–118].

Тому виникає необхідність створення моделей магістральних газопроводів з метою прогнозу гідравлічних, енергетичних та інших параметрів, управління процесами транспортування, а також забезпечення безпеки функціонування основного обладнання компресорних станцій.

Теплогідравлічний розрахунок магістрального газопроводу складається із розрахункових блоків, з яких і формується віртуальна модель: визначення фізичних властивостей природного газу, наявної потужності газотурбінного приводу, математичне моделювання зведених газодинамічних характеристик нагнітачів, розрахунок режимів роботи компресорної станції, витрат газу на власні потреби КС та теплогідрравлічний розрахунок ділянки газопроводу [3].

Залежно від свого призначення виділяють наступні типи моделей:

- моделі статичних процесів в трубопроводі (використовуються для розрахунку ustalених режимів магістрального трубопроводу);
- моделі гідродинамічних процесів (необхідні для опису переходів між технологічними режимами).

Для розробки математичної моделі був обраний програмний пакет Matlab, так як він має можливість розробки незалежних додатків та програм, а також містить вбудований інструмент моделювання гідродинамічних процесів Simulink [4]. Підсистема Simulink — це інтерактивне середовище для моделювання і аналізу широкого класу динамічних систем, що використовує графічну мову блок-діаграм.

В результаті була розроблена модель транспортування газу магістральним газопроводом. За допомогою неї виконано теплогідрравлічний розрахунок модельного кільканиткового газопроводу. Дана модель дає змогу знайти максимальну кількість газу, яка може бути транспортована кільканитковим газопроводом з врахуванням технологічних обмежень параметрів роботи компресорних станцій.

Література

1. Середюк М. Д. Визначення пропускну здатності складних газотранспортних систем / М. Д. Середюк, Д. В. Лісафін // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. — 2004. — № 3(9). — С. 69–78.
2. Ксеніч А. І. Визначення пропускну здатності кільканиткового газопроводу при роботі з відкритими перемичками на вході і виході компресорних станцій (КС) / М. Д. Середюк, А. І. Ксеніч, М. І. Фик // Науковий вісник національного технічного університету нафти і газу. — Івано-Франківськ, 2006. — № 2(14). — С. 110–118.
3. ОНТП 51-1-85. Нормы технологического проектирования. Магистральные трубопроводы. Часть I. Газопроводы. Мингазпром. — М.: 1985.
4. Інтернет ресурс: Simulation and Model-Based Design. Режим доступу: <http://www.mathworks.com/help/simulink/>.

Кузьмін Олег Володимирович

кандидат технічних наук,

доцент кафедри технології ресторанної і аюрведичної продукції

Національний університет харчових технологій

Кузьмин Олег Владимирович

кандидат технических наук,

доцент кафедры технологии ресторанной и аюрведической продукции

Национальный университет пищевых технологий

Kuzmin Oleg

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

National University of Food Technologies

Клец Дарина Олександрівна

студент

Національного університету харчових технологій

Клец Дарья Александровна

студент

Национального университета пищевых технологий

Klets Daryna

Student of the

National University of Food Technologies

Черняков Іван Сергійович

студент

Національного університету харчових технологій

Черняков Иван Сергеевич

студент

Национального университета пищевых технологий

Cherniakov Ivan

Student of the

National University of Food Technologies

Николайчук Юлія Віталіївна

студент

Національного університету харчових технологій

Николайчук Юлия Витальевна

студент

Национального университета пищевых технологий

Nykolaichuk Yuliia

Student of the

National University of Food Technologies

DOI: 10.25313/2520-2057-2018-10-3861

КВАЛІМЕТРИЧНА ОЦІНКА РАЦІОНІВ ХАРЧУВАННЯ
КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЦИОНОВ ПИТАНИЯ
QUALITATIVE ASSESSMENT OF DIETS

Анотація. Розглянуто методику оцінки якості раціонів харчування у закладах готельно-ресторанного господарства.
Ключові слова: кваліметрія, якість, харчування.

Аннотация. Рассмотрена методика оценки качества рационов питания в заведениях гостинично-ресторанного хозяйства.

Ключевые слова: кваліметрія, качество, питание.

Summary. The methods of estimation of quality of rations of feed are considered in establishments of hotel-restaurant economy.

Key words: qualimetry, quality, diet.

Вступ. На сьогодні рушійною силою сучасного розвитку економічного і виробничого потенціалу закладів ресторанного господарства виступає якість продукції, яка за останній час займає першочергове значення для споживача. Під якість продукції розуміють критичну оцінку споживачем ступеня відповідності її властивостей, показників якості, індивідуальним і суспільним очікуванням, обов'язковим нормам відповідно до її призначення [1]. Якість продукції визначається показниками якості, тобто тими, що кількісно характеризують певні властивості продукції та визначають придатність продукції задовольняти необхідні потреби. Показники якості групуються на комплексні та одиничні. Одиничні показники якості встановлюються галузевими нормативно-технічними документами та характеризують одну з властивостей продукції (вміст води, цукру, жиру та ін.).

Комплексний показник — це показник, що характеризує кілька властивостей продукції або одна складна властивість, що має декілька простих. Він полягає у виразі оцінки рівня одним числом, яке виходить в результаті об'єднання вибраних одиничних показників в один комплексний показник. Якщо хоча би один одиничний показник дорівнює нулю, комплексний показник також приймається таким, що дорівнює нулю [2–4].

Метою роботи є оцінка якості раціонів харчування у закладах ресторанного господарства з позиції норм фізіологічної потреби людини та добового раціону харчування.

Матеріали і методи. Наукова методологія (кваліметрія), що безпосередньо пов'язана з оцінкою якості продукції, дає змогу теоретично давати оцінку якості продукції. Але, як показує практика, в роботі підприємств галузі харчування дана робота часто не ведеться. А саме достовірною оцінкою рівня якості продукції є основою для вироблення подальших дій, що управляють і вносять корективи в системі управління якістю продукції. Для вирішення цього завдання необхідно скористатися комплексним або диференційним методами оцінювання якості продукції.

Оцінювання рівня якості продукції — це сукупність операцій, яка включає: вибір номенклатури показників якості оцінюваної продукції, визначення

значень цих показників і зіставлення їх базовими значеннями [5–13].

Диференційний метод оцінки рівня якості передбачає порівнювання одиничних показників виробів із відповідними показниками виробів-еталонів або базовими показниками стандартів (технічних умов). Оцінка рівня якості за цим методом полягає в обчисленні значень відносних показників, які порівнюються з еталонними (стандартними), що їх беруть за одиницю. Комплексний метод заснований на застосуванні узагальненого показника якості продукції, який являє собою функцію від одиничних показників та полягає у виразі оцінки рівня одним числом, яке виходить у результаті об'єднання вибраних одиничних показників в один комплексний показник.

Робота по оцінці якості та її подальшому підвищенню повинна починатися з виявлення потреб споживачів і закінчуватися виявленням сприйняття ними результатів цього підвищення.

Методика виконання роботи включає у себе визначення номенклатури показників якості раціону харчування через побудову ієрархічної структури цілісного «дерева» властивостей, що представлено на рис. 1.

Згідно побудованої структури, на нульовому, тобто найвищому рівні знаходиться якість, що є узагальненою комплексною властивістю продукції, на першому рівні знаходяться харчові показники, на наступних рівнях — певні їх властивості, зокрема енергетичні речовини, вітаміни, мінеральні речовини, що розташовані на другому рівні структури, та білки, жири, вуглеводи, тіамін, рибофлавін, піридоксин, аскорбінова кислота, кальцій, фосфор, магній, калій, натрій — на третьому рівні.

Наступні, прості властивості, що можуть розташовуватися на нижніх рівнях можуть бути виміряні певним методом, і тоді використовуються як одиничні показники якості. Розрахунок комплексного показника якості вимагає визначення коефіцієнтів вагомості експертним способом. Таким чином, число рівнів розгляду побудованої ієрархічної структури властивостей може необмежено зростати.

Методика визначення комплексної оцінки якості раціону харчування [1]:

1. Значення показників для заданих раціонів харчування визначаються за формулою:

$$P_{ij} = \frac{M_{ij}}{\sum M_{ij}}, \quad (1)$$

де M_{ij} — вміст i -ої харчової речовини у j -ій групі речовин за раціоном харчування.

2. За рекомендованими нормами визначаються базові значення:

$$P_{ij}^{баз} = \frac{M_{ij}^{баз}}{\sum M_{ij}^{баз}}, \quad (2)$$

де $M_{ij}^{баз}$ — значення i -ої харчової речовини у j -ій групі речовин за нормами фізіологічної потреби.

3. Оцінка одиничних показників білків, жирів та вуглеводів розраховується за формулою:

$$K_{ij} = \left(\frac{P_{ij}}{P_{ij}^{баз}} \right)^z, \quad (3)$$

де P_{ij} — показник вмісту харчової речовини у добовому раціоні (прийому їжі);

$P_{ij}^{баз}$ — базове (збалансоване) значення показника вмісту харчової речовини у добовому раціоні (за нормами фізіологічних потреб);

z — показник, який враховує вплив змінювання значення показника на рівень якості об'єкту, який має значення плюс 1 при оцінці вмісту

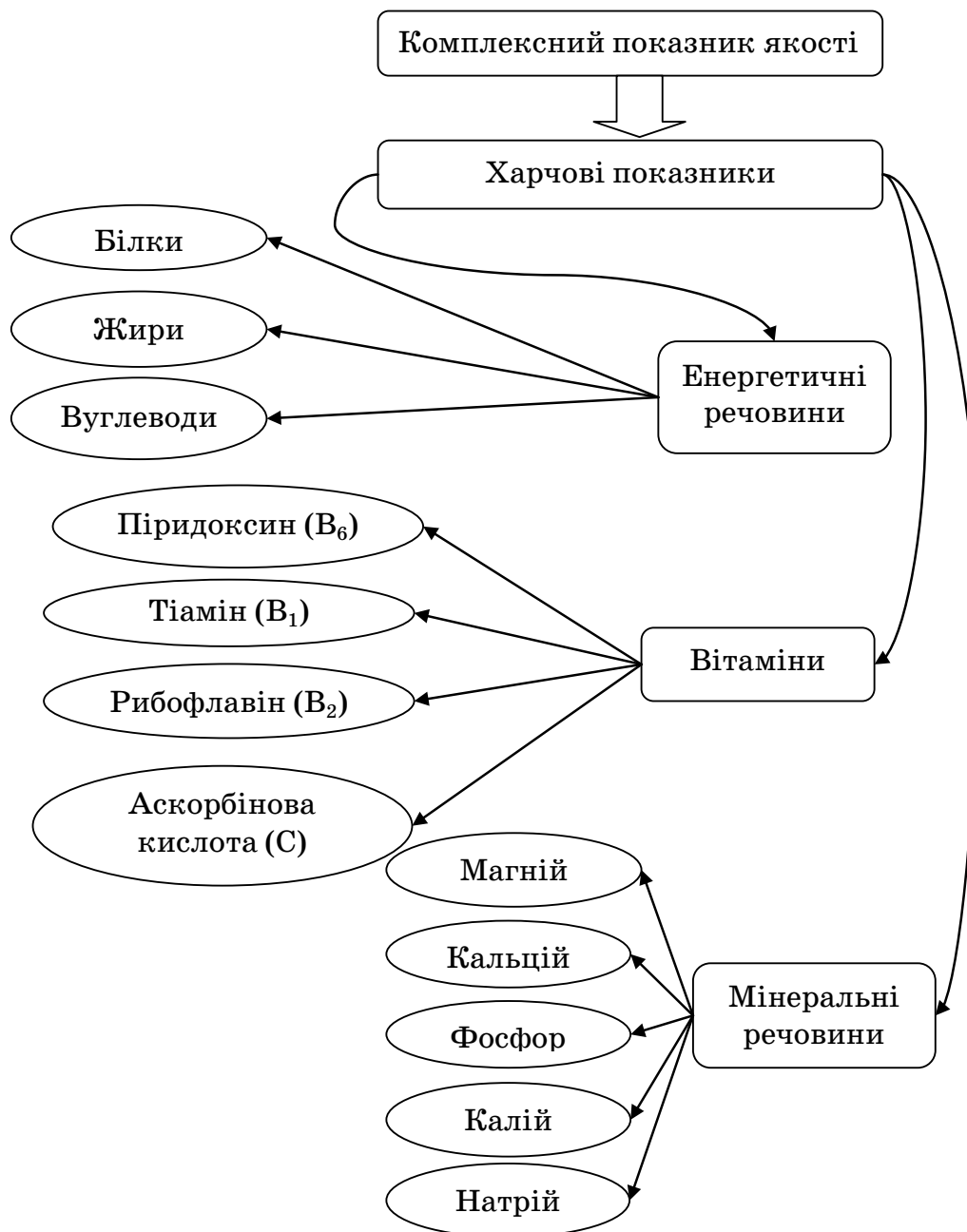


Рис. 1. Ієрархічна структура показників якості раціону харчування

білків і вуглеводів та мінус 1 при оцінці вмісту жирів.

4. Значення коефіцієнтів вагомості m_{ij} харчових речовин розраховуються за формулою:

$$m_{ij} = \frac{\sum M_{ij}^{\sigma_{az}}}{M_{ij}^{\sigma_{az}}} \cdot \left(\frac{\sum M_{ij}^{\sigma_{az}}}{M_{ij}^{\sigma_{az}}} \right)^{-1} \quad (4)$$

5. Комплексний показник якості одноразового прийому їжі раціону за збалансованістю харчових речовин для дворівневої структури визначимо за допомогою адитивної моделі:

$$K_o = \sum_{i=1}^t M_j \cdot \sum_{j=1}^{n_i} m_{ij} \cdot K_{ij} \quad (5)$$

де M_j — коефіцієнт вагомості груп харчових речовин.

Результати та обговорення. На основі статистичних даних [14] було проведено аналіз середньодобового споживання однією особою основних мікро- та макроелементів у складі продуктів харчування, які розраховано на підставі норм вмісту калорій, протеїну, жирів, мікроелементів у кг відповідних продуктів, визначених НДІ гігієни харчування МОЗ України, які представлено на рис. 2–3. З 2004 року уточнені розрахунки щодо вмісту протеїну в продуктах тваринного походження, враховуючи структуру споживання м'яса та м'ясних продуктів по видах у розрахунку на одну особу населення. Дані за 2014–2015 роки наведено без урахування тимчасово окупованої території АР Крим, м. Севастополя та частини зони проведення АТО.

Враховуючи норми фізіологічних потреб середньостатистичної людини (табл. 1), розраховували комплексну оцінку якості одноразового прийому їжі.

1. Комплексна оцінка якості сніданку. Відповідно до норм вмісту енергетичних речовин, мінеральних речовин та вітамінів, які входять у страви до сніданку приведено перерахунок вмісту харчових речовин, які знайдено згідно планово-виробничого меню ідальні (табл. 2).

Абсолютні значення показників якості енергетичних харчових речовин, мінеральних речовин та вітамінів розраховували за формулою (1), які становлять: для білків — $P_{\sigma} = 0,113$; жирів — $P_{\omega} = 0,300$; вуглеводів — $P_{\sigma} = 0,587$; натрію — $P_{Na} = 0,314$; калію — $P_K = 0,234$; кальцію — $P_{Ca} = 0,056$; магнію — $P_{Mg} = 0,040$; фосфору — $P_P = 0,356$; тіаміну — $P_{B1} = 0,011$; рибофлавіну — $P_{B2} = 0,021$; піридоксину — $P_{B6} = 0,014$; аскорбінової кислоти — $P_c = 0,954$. Отримані значення внесено до табл. 3.

Аналогічно за рекомендованими нормами фізіологічної потреби (табл. 1) визначали базові значення за формулою (2). Базові значення показників якості енергетичних, мінеральних речовин та вітамінів становлять: для білків — $P_{\sigma}^{\sigma_{az}} = 0,143$; жирів — $P_{\omega}^{\sigma_{az}} = 0,173$; вуглеводів — $P_{\sigma}^{\sigma_{az}} = 0,684$; натрію — $P_{Na}^{\sigma_{az}} = 0,448$; калію — $P_K^{\sigma_{az}} = 0,336$; кальцію — $P_{Ca}^{\sigma_{az}} = 0,072$; магнію — $P_{Mg}^{\sigma_{az}} = 0,036$; фосфору — $P_P^{\sigma_{az}} = 0,108$; тіаміну — $P_{B1}^{\sigma_{az}} = 0,018$; рибофлавіну — $P_{B2}^{\sigma_{az}} = 0,020$; піридоксину — $P_{B6}^{\sigma_{az}} = 0,021$; аскорбінової кислоти — $P_c^{\sigma_{az}} = 0,941$.

Значення коефіцієнтів вагомості m_{ij} харчових речовин розраховували за рекомендованими нормами фізіологічної потреби (табл. 1) за формулою (4). Коефіцієнти вагомості становили для: білків — $m_{\sigma} = 0,492$; жирів — $m_{\omega} = 0,405$; вуглеводів — $m_{\sigma} = 0,103$; натрію — $m_{Na} = 0,040$; калію — $m_K = 0,053$; кальцію — $m_{Ca} = 0,248$; магнію — $m_{Mg} = 0,495$; фосфору — $m_P = 0,165$; тіаміну —

Таблиця 1

Норми фізіологічних потреб середньостатистичної людини віком 18–59 років

Харчова речовина	Норма
білки, г	88,00
жири, г	107,00
вуглеводи, г	422,00
Всього енергетичних харчових речовин, г:	617,00
натрій (Na), мг	5000,00
калій (K), мг	3750,00
кальцій (Ca), мг	800,00
магній (Mg), мг	400,00
фосфор (P), мг	1200,00
Всього мінеральних речовин, мг	11150,00
тіамін (B ₁), мг	1,60
рибофлавін (B ₂), мг	1,80
піридоксин (B ₆), мг	1,90
аскорбінова кислота (C), мг	85,00
Всього вітамінів, мг	90,30

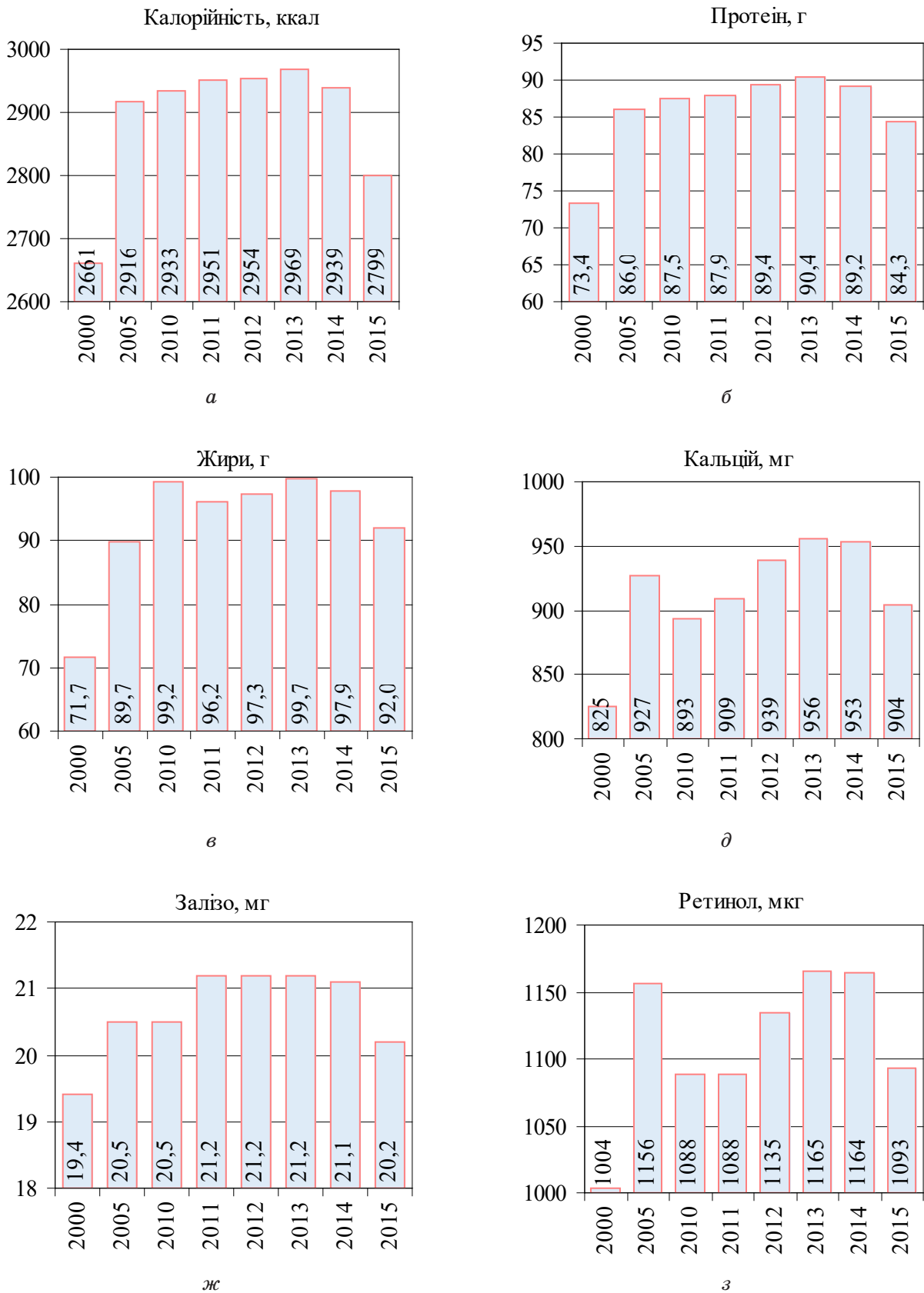


Рис. 2. Середньодобове споживання населенням України основних мікро- та макроелементів у складі продуктів харчування

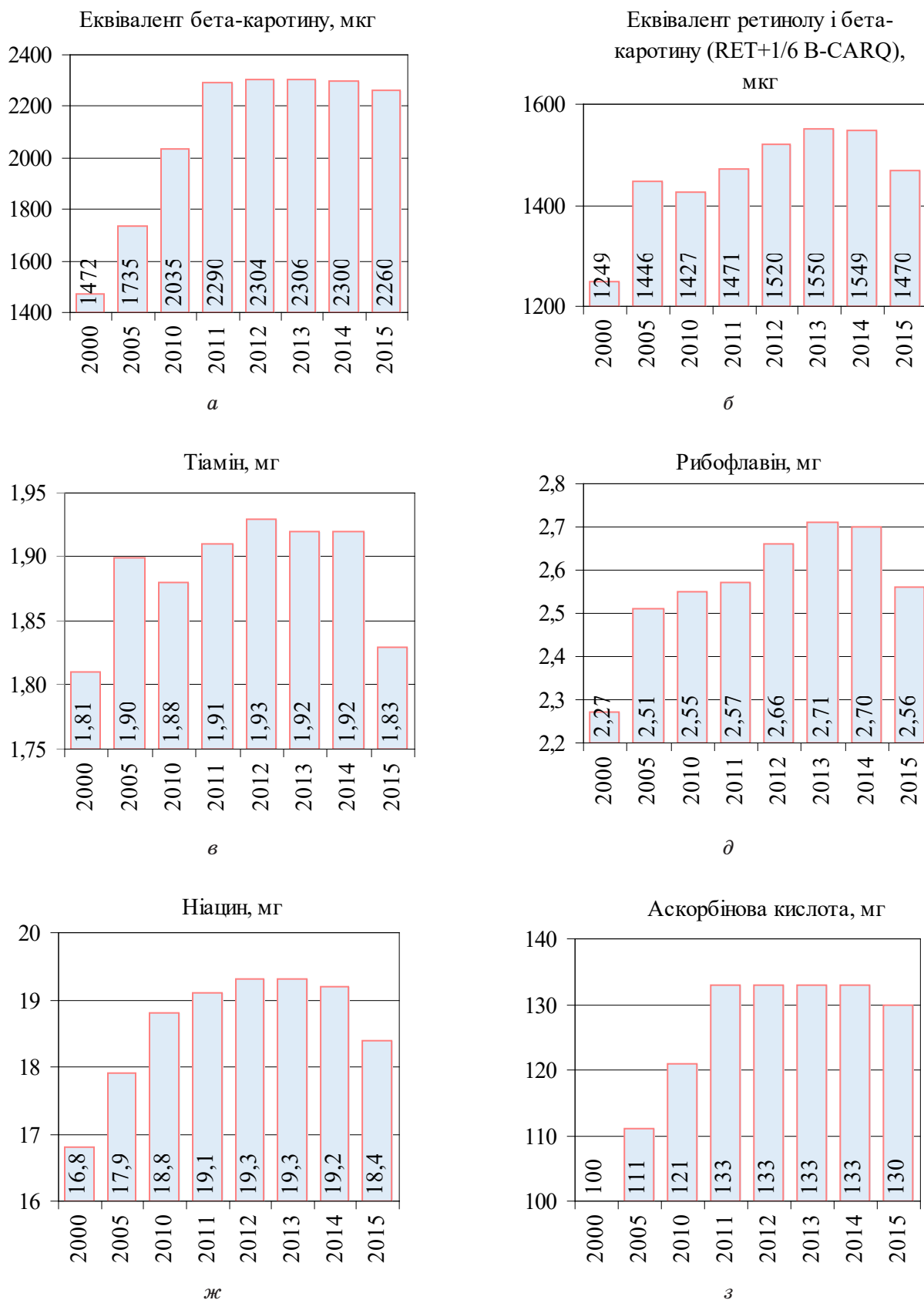


Рис. 3. Середньодобове споживання населенням України основних мікро- та макроелементів у складі продуктів харчування

Таблиця 2

Перерахунок вмісту енергетичних речовин, мінеральних речовин, вітамінів, які входять до сніданку

Харчові речовини	Найменування страви						Разом
	Масло вершкове	Салат з капусти, моркви та яблук	Омлет	Батон нарізний	Кекс	Чай з цукром	
Маса, г	10,00	150,00	110,00	100,00	50,00	200,00	620,00
Енергетичні речовини, г:							
білки	0,06	2,09	10,60	7,40	6,90	0,20	27,25
жири	8,25	8,40	17,00	2,90	35,70	0,00	72,25
вуглеводи	0,09	17,10	4,20	51,40	52,40	16,00	141,19
Мінеральні речовини, мг:							
<i>Na</i>	7,40	30,00	522,00	402,00	80,00	0,00	1041,40
<i>K</i>	2,30	330,00	158,00	125,00	157,00	6,00	778,30
<i>Ca</i>	2,20	42,75	86,00	25,00	29,90	1,00	186,85
<i>Mg</i>	0,30	28,65	14,10	3,00	86,80	1,00	133,85
<i>P</i>	1,90	18,00	201,00	872,00	91,00	0,00	1183,90
Вітаміни, мг:							
<i>B₁</i>	0,00	0,05	0,06	0,15	0,10	0,00	0,36
<i>B₂</i>	0,01	0,05	0,40	0,08	0,14	0,00	0,68
<i>B₆</i>	0,00	0,18	0,09	0,06	0,10	0,00	0,43
<i>C</i>	0,00	29,85	0,60	0,00	0,00	0,00	30,45

Таблиця 3

Розрахунок абсолютних значень, базових значень, коефіцієнтів вагомості та одиничних показників якості

Абсолютні значення		Базові значення		Значення коефіцієнтів вагомості		Значення одиничних показників якості	
Енергетичні речовини							
<i>P_б</i>	0,113	<i>P_б^{баз}</i>	0,143	<i>m_б</i>	0,492	<i>K_б</i>	0,794
<i>P_ж</i>	0,300	<i>P_ж^{баз}</i>	0,173	<i>m_ж</i>	0,405	<i>K_ж</i>	0,578
<i>P_в</i>	0,587	<i>P_в^{баз}</i>	0,684	<i>m_в</i>	0,103	<i>K_в</i>	0,858
Мінеральні речовини							
<i>P_{Na}</i>	0,314	<i>P_{Na}^{баз}</i>	0,448	<i>m_{Na}</i>	0,040	<i>K_{Na}</i>	0,699
<i>P_K</i>	0,234	<i>P_K^{баз}</i>	0,336	<i>m_K</i>	0,053	<i>K_K</i>	0,696
<i>P_{Ca}</i>	0,056	<i>P_{Ca}^{баз}</i>	0,072	<i>m_{Ca}</i>	0,248	<i>K_{Ca}</i>	0,783
<i>P_{Mg}</i>	0,040	<i>P_{Mg}^{баз}</i>	0,036	<i>m_{Mg}</i>	0,495	<i>K_{Mg}</i>	1,122
<i>P_P</i>	0,356	<i>P_P^{баз}</i>	0,108	<i>m_P</i>	0,165	<i>K_P</i>	3,309
Вітаміни							
<i>P_{B1}</i>	0,011	<i>P_{B1}^{баз}</i>	0,018	<i>m_{B1}</i>	0,364	<i>K_{B1}</i>	0,628
<i>P_{B2}</i>	0,021	<i>P_{B2}^{баз}</i>	0,020	<i>m_{B2}</i>	0,323	<i>K_{B2}</i>	1,061
<i>P_{B6}</i>	0,014	<i>P_{B6}^{баз}</i>	0,021	<i>m_{B6}</i>	0,306	<i>K_{B6}</i>	0,640
<i>P_c</i>	0,954	<i>P_c^{баз}</i>	0,941	<i>m_c</i>	0,007	<i>K_c</i>	1,014

Таблиця 4

Перерахунок вмісту енергетичних речовин, мінеральних речовин, вітамінів, які входять до обіду

Харчові речовини	Найменування страви						Разом
	Салаг з редису та цибулі	Капусняк український	Котлета М'ясна	Картопляне пюре	Хліб житній з борошна 1 сорту	Кисіль з вишні	
Маса, г	150,00	500,00	100,00	150,00	100,00	200,00	1200,00
Енергетичні речовини, г:							
білки	2,64	5,70	7,07	7,95	7,60	0,14	31,10
жири	4,22	9,20	17,87	3,00	0,90	0,00	35,19
вуглеводи	4,14	24,90	9,07	56,70	49,70	28,60	173,11
Мінеральні речовини, мг:							
<i>Na</i>	30,00	1301,00	536,00	1026,00	488,00	6,00	3387,00
<i>K</i>	645,00	878,00	86,67	1663,50	127,00	46,00	3446,17
<i>Ca</i>	30,60	67,00	14,67	102,00	26,00	10,00	250,27
<i>Mg</i>	9,30	43,80	16,00	72,00	35,00	4,00	180,10
<i>P</i>	29,25	147,80	66,67	204,00	83,00	12,00	542,72
Вітаміни, мг:							
<i>B₁</i>	0,06	0,13	0,28	0,36	0,16	0,00	0,99
<i>B₂</i>	0,03	0,13	0,08	0,27	0,08	0,00	0,59
<i>B₆</i>	0,08	0,39	0,37	0,83	0,06	0,03	1,76
<i>C</i>	18,30	30,40	0,00	69,60	0,00	4,00	122,30

Таблиця 5

Розрахунок абсолютних значень показників якості та оцінки одиничних показників харчових речовин

Абсолютні значення		Базові значення		Значення коефіцієнтів вагомості		Значення одиничних показників якості	
Енергетичні речовини							
<i>P_б</i>	0,130	<i>P_б^{баз}</i>	0,143	<i>m_б</i>	0,492	<i>K_б</i>	0,911
<i>P_ж</i>	0,147	<i>P_ж^{баз}</i>	0,173	<i>m_ж</i>	0,405	<i>K_ж</i>	1,180
<i>P_в</i>	0,723	<i>P_в^{баз}</i>	0,684	<i>m_в</i>	0,103	<i>K_в</i>	1,057
Мінеральні речовини							
<i>P_{Na}</i>	0,434	<i>P_{Na}^{баз}</i>	0,448	<i>m_{Na}</i>	0,039	<i>K_{Na}</i>	0,968
<i>P_K</i>	0,441	<i>P_K^{баз}</i>	0,336	<i>m_K</i>	0,053	<i>K_K</i>	1,313
<i>P_{Ca}</i>	0,032	<i>P_{Ca}^{баз}</i>	0,072	<i>m_{Ca}</i>	0,248	<i>K_{Ca}</i>	0,447
<i>P_{Mg}</i>	0,023	<i>P_{Mg}^{баз}</i>	0,036	<i>m_{Mg}</i>	0,495	<i>K_{Mg}</i>	0,643
<i>P_P</i>	0,070	<i>P_P^{баз}</i>	0,108	<i>m_P</i>	0,165	<i>K_P</i>	0,646
Вітаміни							
<i>P_{B1}</i>	0,008	<i>P_{B1}^{баз}</i>	0,018	<i>m_{B1}</i>	0,364	<i>K_{B1}</i>	0,445
<i>P_{B2}</i>	0,005	<i>P_{B2}^{баз}</i>	0,020	<i>m_{B2}</i>	0,323	<i>K_{B2}</i>	0,236
<i>P_{B6}</i>	0,014	<i>P_{B6}^{баз}</i>	0,021	<i>m_{B6}</i>	0,306	<i>K_{B6}</i>	0,663
<i>P_c</i>	0,973	<i>P_c^{баз}</i>	0,941	<i>m_c</i>	0,007	<i>K_c</i>	1,034

$m_{B1} = 0,364$; рибофлавіну — $m_{B2} = 0,323$; піридоксину — $m_{B6} = 0,306$; аскорбінової кислоти — $m_c = 0,007$.

Оцінку одиничних показників якості енергетичних, мінеральних речовин та вітамінів розраховували за формулою (3), з використанням даних табл. 3. Оцінка одиничних показників становила для: білків — $K_o = 0,794$; жирів — $K_{ж} = 0,578$; вуглеводів — $K_e = 0,858$; натрію — $K_{Na} = 0,699$; калію — $K_K = 0,696$; кальцію — $K_{Ca} = 0,783$; магнію — $K_{Mg} = 1,122$; фосфору — $K_P = 3,309$; тіаміну — $K_{B1} = 0,628$; рибофлавіну — $K_{B2} = 1,061$; піридоксину — $K_{B6} = 0,640$; аскорбінової кислоти — $K_c = 1,014$.

Для розрахунку комплексного показника якості одноразового прийому їжі раціону за збалансованістю харчових речовин для дворівневої структури застосовували формулу (5), в якій значення коефіцієнтів вагомості (M) приймали для енергетичних речовин — 0,35; вітамінів — 0,55; мінеральних речовин — 0,1. В результаті розрахунків сніданок має комплексну оцінку якості, яка становить $K_o = 0,811$.

2. Комплексна оцінка якості обіду. Відповідно до норм вмісту енергетичних речовин, мінеральних речовин та вітамінів, які входять у страви до обіду, проведено перерахунок вмісту харчових речовин (табл. 4).

Абсолютні значення показників якості енергетичних, мінеральних речовин та вітамінів розраховували за формулою (1), які становлять для:

білків — $P_o = 0,130$; жирів — $P_{ж} = 0,147$; вуглеводів — $P_e = 0,723$; натрію — $P_{Na} = 0,434$; калію — $P_K = 0,441$; кальцію — $P_{Ca} = 0,032$; магнію — $P_{Mg} = 0,023$; фосфору — $P_P = 0,070$; тіаміну — $P_{B1} = 0,008$; рибофлавіну — $P_{B2} = 0,005$; піридоксину — $P_{B6} = 0,014$; аскорбінової кислоти — $P_c = 0,973$ (табл. 5).

Оцінку одиничних показників для групи харчових речовин розраховували за формулою (3), у результаті отримували наступні значення для: білків — $K_o = 0,911$; жирів — $K_{ж} = 1,180$; вуглеводів — $K_e = 1,057$; натрію — $K_{Na} = 0,968$; калію — $K_K = 1,313$; кальцію — $K_{Ca} = 0,447$; магнію — $K_{Mg} = 0,643$; фосфору — $K_P = 0,646$; тіаміну — $K_{B1} = 0,445$; рибофлавіну — $K_{B2} = 0,236$; піридоксину — $K_{B6} = 0,663$; аскорбінової кислоти — $K_c = 1,034$.

Для розрахунку комплексного показника якості одноразового прийому їжі раціону за збалансованістю харчових речовин для дворівневої структури застосовують формулу (5). В результаті розрахунків комплексна оцінка якості обіду становить — $K_o = 0,673$.

3. Комплексна оцінка якості вечері. Відповідно до норм вмісту енергетичних речовин, мінеральних речовин та вітамінів, які входять у страви до вечері, проводили перерахунок вмісту харчових речовин, які знайдені згідно планово-виробничого меню ідальні (табл. 6).

Таблиця 6

Перерахунок вмісту енергетичних речовин, мінеральних речовин, вітамінів, які входять до вечері

Харчові речовини	Найменування страви			Разом
	Перець, фарширований овочами та рисом	Багет нарізний	Чай з цукром	
Маса, г	220,00	100,00	200,00	520,00
Енергетичні речовини, г:				
білки	3,80	7,40	0,20	11,40
жири	10,70	2,90	0,00	13,60
вуглеводи	22,40	51,40	16,00	89,80
Мінеральні речовини, мг:				
Na	695,00	402,00	0,00	1097,00
K	327,00	125,00	6,00	458,00
Ca	59,00	25,00	1,00	85,00
Mg	37,00	3,00	1,00	41,00
P	74,00	872,00	0,00	946,00
Вітаміни, мг:				
B ₁	0,09	0,15	0,00	0,24
B ₂	0,15	0,08	0,00	0,23
B ₆	0,29	0,06	0,00	0,35
C	44,10	0,00	0,00	44,10

Таблиця 7

Розрахунок абсолютних значень показників якості та оцінки одиничних показників харчових речовин

Абсолютні значення		Базові значення		Значення коефіцієнтів вагомості		Значення одиничних показників якості	
Енергетичні речовини							
P_{σ}	0,099	$P_{\sigma}^{баз}$	0,143	m_{σ}	0,492	K_{σ}	0,700
$P_{ж}$	0,119	$P_{ж}^{баз}$	0,173	$m_{ж}$	0,405	$K_{ж}$	1,464
P_{ϵ}	0,782	$P_{\epsilon}^{баз}$	0,684	m_{ϵ}	0,103	K_{ϵ}	1,144
Мінеральні речовини							
P_{Na}	0,418	$P_{Na}^{баз}$	0,448	m_{Na}	0,040	K_{Na}	0,931
P_K	0,174	$P_K^{баз}$	0,336	m_K	0,053	K_K	0,518
P_{Ca}	0,032	$P_{Ca}^{баз}$	0,072	m_{Ca}	0,248	K_{Ca}	0,451
P_{Mg}	0,016	$P_{Mg}^{баз}$	0,036	m_{Mg}	0,495	K_{Mg}	0,435
P_P	0,360	$P_P^{баз}$	0,108	m_P	0,164	K_P	3,346
Вітаміни							
P_{B1}	0,005	$P_{B1}^{баз}$	0,018	m_{B1}	0,364	K_{B1}	0,302
P_{B2}	0,005	$P_{B2}^{баз}$	0,020	m_{B2}	0,323	K_{B2}	0,257
P_{B6}	0,008	$P_{B6}^{баз}$	0,021	m_{B6}	0,306	K_{B6}	0,370
P_c	0,982	$P_c^{баз}$	0,941	m_c	0,007	K_c	1,043

Абсолютні значення показників якості харчових показників розраховували за формулою (1), які становлять для: білків — $P_{\sigma} = 0,099$; жирів — $P_{ж} = 0,119$; вуглеводів — $P_{\epsilon} = 0,782$; натрію — $P_{Na} = 0,418$; калію — $P_K = 0,174$; кальцію — $P_{Ca} = 0,032$; магнію — $P_{Mg} = 0,016$; фосфору — $P_P = 0,360$; тіаміну — $P_{B1} = 0,005$; рибофлавіну — $P_{B2} = 0,005$; піридокси-

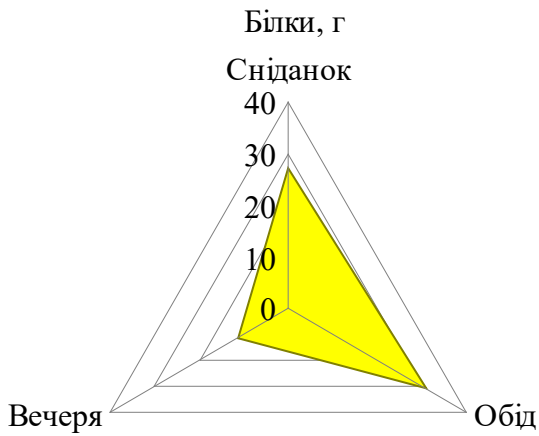
ну — $P_{B6} = 0,008$; аскорбінової кислоти — $P_c = 0,982$ (табл. 7).

Оцінку одиничних показників якості харчових показників розраховували за формулою (3), результати яких становлять для: білків — $K_{\sigma} = 0,700$; жирів — $K_{ж} = 1,464$; вуглеводів — $K_{\epsilon} = 1,144$; натрію — $K_{Na} = 0,931$; калію — $K_K = 0,518$;

Таблиця 8

Розрахунок вмісту енергетичних речовин, мінеральних речовин та вітамінів для добового раціону

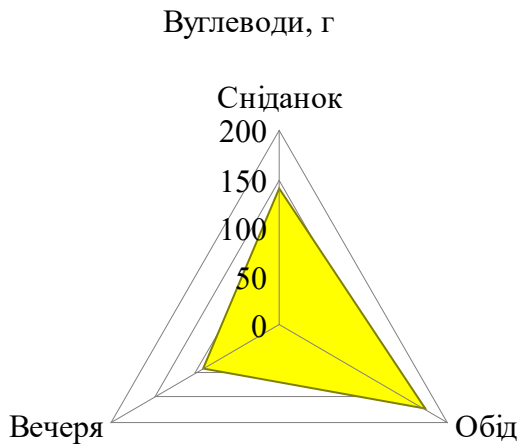
Харчові речовини	Найменування страви			Разом
	Сніданок	Обід	Вечеря	
Маса, г	620,00	1200,00	520,00	2340,00
Енергетичні речовини, г:				
білки	27,25	31,10	11,40	69,75
жири	72,25	35,18	13,60	121,03
вуглеводи	141,19	173,11	89,80	404,10
Мінеральні речовини, мг:				
Na	1041,40	3387,00	1097,00	5525,40
K	778,30	3446,17	458,00	4682,47
Ca	186,85	250,27	85,00	522,12
Mg	133,85	180,10	41,00	354,95
P	1183,90	542,72	946,00	2672,62
Вітаміни, мг:				
$B1$	0,36	0,99	0,24	1,59
$B2$	0,68	0,59	0,23	1,50
$B6$	0,43	1,75	0,35	2,53
C	30,45	122,30	44,10	196,85



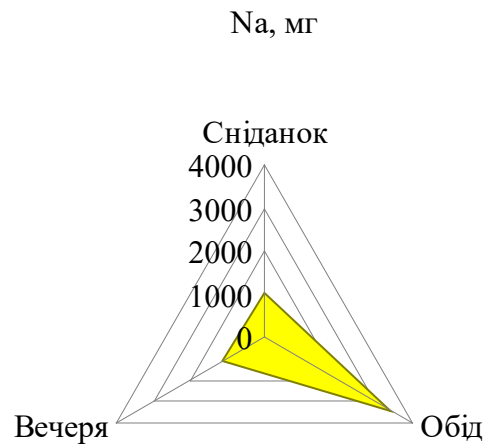
a



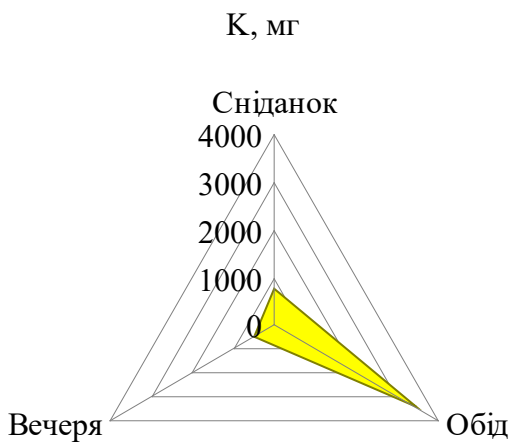
б



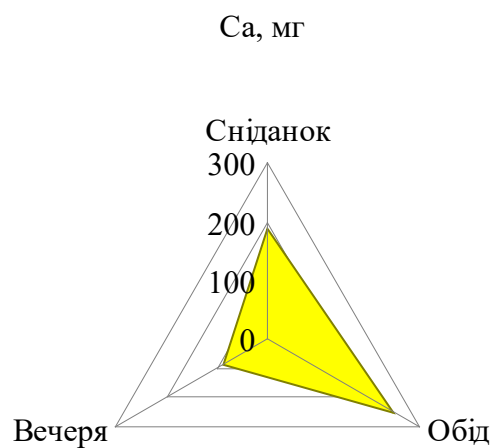
в



д



е



з

Рис. 4. Характеристика основних мікро- та макроелементів у складі добового раціону харчування

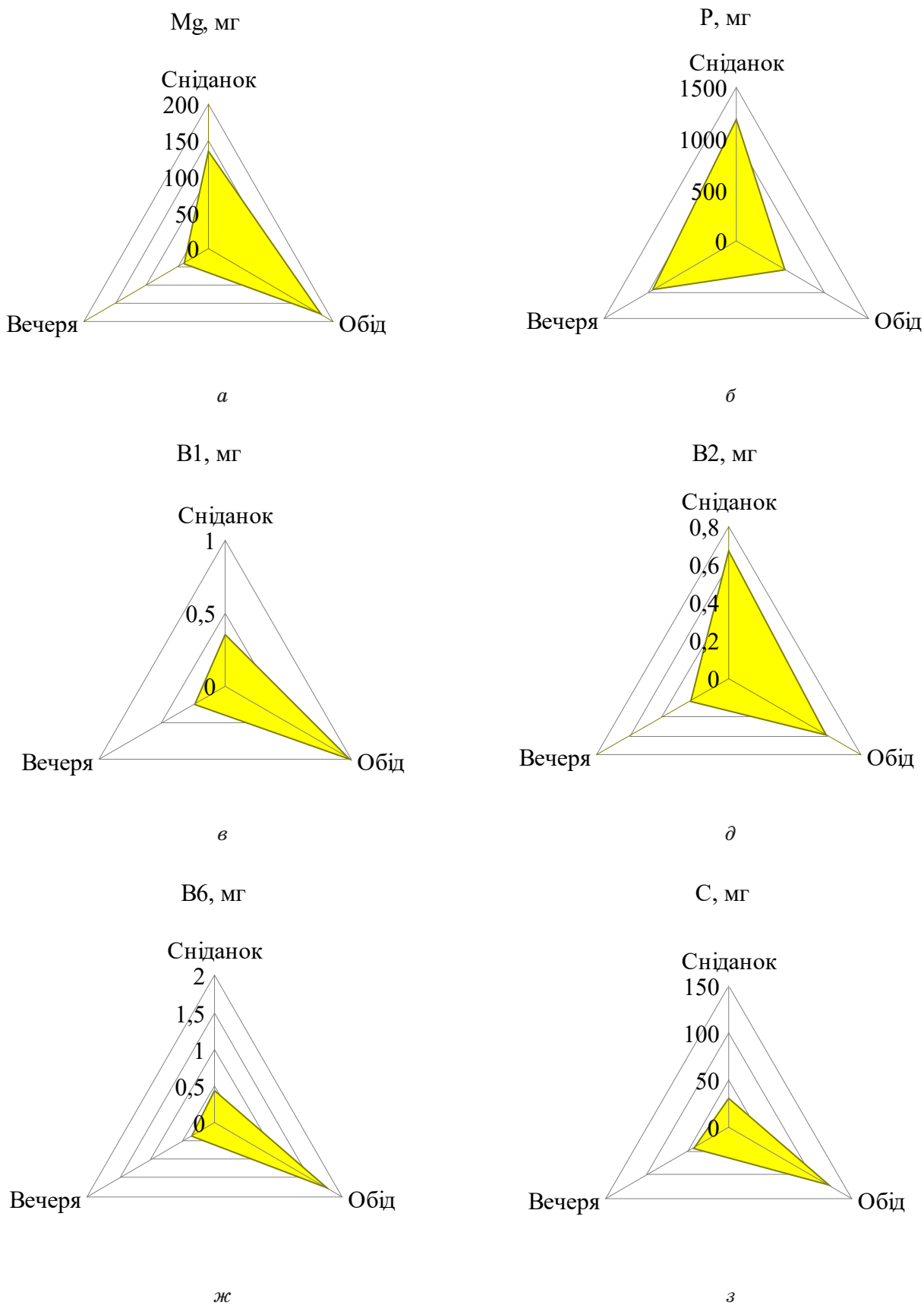


Рис. 5. Характеристика основних мікро- та макроелементів у складі добового раціону харчування

Таблиця 9

Розрахунок абсолютних значень показників якості та оцінки одиничних показників харчових речовин

Абсолютні значення		Базові значення		Значення коефіцієнтів вагомості		Значення одиничних показників якості	
Енергетичні речовини							
P_b	0,117	$P_b^{баз}$	0,117	m_b	0,492	K_b	0,822
$P_{ж}$	0,204	$P_{ж}^{баз}$	0,203	$m_{ж}$	0,405	$K_{ж}$	0,852
P_e	0,679	$P_e^{баз}$	0,680	m_e	0,103	K_e	0,993
Мінеральні речовини							
P_{Na}	0,402	$P_{Na}^{баз}$	0,402	m_{Na}	0,040	K_{Na}	0,896
P_K	0,340	$P_K^{баз}$	0,340	m_K	0,052	K_K	1,012
P_{Ca}	0,038	$P_{Ca}^{баз}$	0,038	m_{Ca}	0,248	K_{Ca}	0,529
P_{Mg}	0,026	$P_{Mg}^{баз}$	0,026	m_{Mg}	0,495	K_{Mg}	0,719
P_p	0,194	$P_p^{баз}$	0,194	m_p	0,165	K_p	1,805
Вітаміни							
P_{B1}	0,008	$P_{B1}^{баз}$	0,008	m_{B1}	0,364	K_{B1}	0,442
P_{B2}	0,007	$P_{B2}^{баз}$	0,007	m_{B2}	0,323	K_{B2}	0,371
P_{B6}	0,113	$P_{B6}^{баз}$	0,013	m_{B6}	0,306	K_{B6}	0,595
P_c	0,972	$P_c^{баз}$	0,972	m_c	0,007	K_c	1,033

кальцію — $K_{Ca} = 0,451$; магнію — $K_{Mg} = 0,435$; фосфору — $K_p = 3,346$; тіаміну — $K_{B1} = 0,302$; рибофлавіну — $K_{B2} = 0,257$; піридоксину — $K_{B6} = 0,370$; аскорбінової кислоти — $K_c = 1,043$.

Для розрахунку комплексного показника якості одноразового прийому їжі раціону за збалансованістю харчових речовин для дворівневої структури застосовують формулу (5). В результаті розрахунків комплексна оцінка якості вечері № 1 становить — $K_o = 0,635$.

4. Комплексна оцінка якості добового раціону.

Згідно з планово-виробничим меню ідальні розраховуємо початкові данні для розрахунку добового раціону харчування (табл. 8).

Абсолютні значення показників якості харчових речовин становлять для: білків — $P_b = 0,117$; жирів — $P_{ж} = 0,204$; вуглеводів — $P_e = 0,679$; натрію — $P_{Na} = 0,402$; калію — $P_K = 0,340$; кальцію — $P_{Ca} = 0,038$; магнію — $P_{Mg} = 0,026$; фосфору — $P_p = 0,194$; тіаміну — $P_{B1} = 0,008$; рибофлавіну — $P_{B2} = 0,007$; піридоксину — $P_{B6} = 0,113$; аскорбінової кислоти — $P_c = 0,972$. Результати внесено до табл. 9.

Оцінку одиничних показників якості харчових речовин розраховували за формулою (3), які становлять для: білків — $K_b = 0,822$; жирів — $K_{ж} = 0,852$; вуглеводів — $K_e = 0,993$; натрію — $K_{Na} = 0,896$;

калію — $K_K = 1,012$; кальцію — $K_{Ca} = 0,529$; магнію — $K_{Mg} = 0,719$; фосфору — $K_p = 1,805$; тіаміну — $K_{B1} = 0,442$; рибофлавіну — $K_{B2} = 0,371$; піридоксину — $K_{B6} = 0,595$; аскорбінової кислоти — $K_c = 1,033$.

Для розрахунку комплексного показника якості одноразового прийому їжі раціону за збалансованістю харчових речовин для дворівневої структури застосовують формулу (5). В результаті розрахунків комплексна оцінка якості добового раціону харчування становить $K_o = 0,644$.

Порівняльну характеристику розрахунку білків, жирів, вуглеводів, та мінеральних речовин та вітамінів представлено на рис. 4–5.

Знайдені значення комплексного показника якості сніданку, обіду, вечері та добового раціону внесемо до табл. 10.

Можна зробити висновки, що найбільше значення комплексного показника $K_{o_{max}} = 0,811$ знайдено для сніданку, мінімальне значення — характерно для вечері $K_{o_{min}} = 0,635$. Найбільш збалансованим згідно даного меню можна вважати сніданок, адже він більше наближений до оптимального значення комплексно-кількісної оцінки якості $K_o = 1,00$.

Оцінка якості раціонів харчування у закладах готельно-ресторанного господарства дозволяє виявити збалансованість харчування згідно норм фізіологічної потреби для добового раціону харчування.

Таблиця 10

Комплексна оцінка якості раціонів харчування

Найменування	Сніданок	Обід	Вечеря	Добовий раціон
K_o	0,811	0,673	0,635	0,644

Висновки. Розглянуто методику оцінки якості раціонів харчування у закладах готельно-ресторанного господарства. Представлена структура показників якості та результати досліджень комплексно-кількісної оцінки якості раціону харчування. Враховуючи норми фізіологічних потреб середньостатистичної людини, розраховано комплексну оцінку якості

одноразового прийому їжі і добового раціону харчування у їдальні. Для заданого раціону харчування визначено комплексні показники якості для групи енергетичних речовин, мінеральних речовин та вітамінів. Встановлено найбільш збалансовані значення комплексного показника якості, що характерні для сніданку $K_0 = 0,811$.

Література

1. Кількісна оцінка якості готельного продукту: монографія / [В. Г. Топольник, А. П. Бутова, І. В. Кошавка та ін.]; ред.: В. Г. Топольник; Донець. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. — Донецьк: ДонНУЕТ, 2013. — 207 с.
2. Dietrich I. Comprehensive evaluation of the hot sweet soufflé dessert quality / Dietrich I., Kuzmin O., Mikhailenko V. // Ukrainian Journal of Food Science. — Kyiv: NUFT, 2017. — Volume 5, Issue 1. — pp. 92–102.
3. Топольник В. Г. Розробка методу кількісної оцінки якості активного вугілля для обробки водно-спиртової рідини в лікєро-горілчаному виробництві / В. Г. Топольник, О. В. Кузьмін // Вісник ДонДУЕТ. — 2005. — № 1 (25). — Технічні науки. — С. 46–50.
4. Рябченко М. О. Методика комплексної кількісної оцінки якості зерна озимої м'якої пшениці / М. О. Рябченко, О. М. Михальова, О. В. Кузьмін // Товарознавство та інновації: зб. наук. пр. — Донецьк: ДонНУЕТ, 2010. — Вип. № 2. — С. 244–251.
5. Kuzmin O. Qualimetric assessment of diets / Kuzmin O., Levkun K., Riznyk A. // Ukrainian Food Journal. — Kyiv: NUFT, 2017. — Volume 6, Issue 1. — pp. 46–60.
6. Кузьмін О. В. Водка: технологія, якість, інновації: [монографія] / О. В. Кузьмін, В. Г. Топольник, А. Н. Ловягин, В. В. Кузьмін. — Донецьк: ДонНУЕТ, 2011. — 307 с.
7. Кузьмін О. В. Усовершенствование процессов производства алкогольной продукции: монографія / О. В. Кузьмін. — Донецьк: ДонНУЕТ, 2014. — 488 с.
8. Кузьмін О. В. Розробка методу кількісної оцінки якості води для лікєро-горілчаного виробництва / Кузьмін О. В. // Вісник ДонДУЕТ. — 2004. — № 1 (21). — Технічні науки. — С. 71–75.
9. Михайленко В. М. Комплексна оцінка якості гарячої солодкої страви суфле / Михайленко В. М., Кузьмін О. В., Дітріх І. В. // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2018. — Т. 1, № 4 (44). — С. 54–59.
10. Обладнання закладів ресторанного господарства. Оцінка технічного рівня: навч. посіб. / [О. В. Кузьмін, В. В. Кійко, Л. М. Акімова, С. М. Бондарчук]. — Херсон: Олді-плюс, 2018. — 276 с.
11. Development of complex quantity assessment method of butter quality / [Niemirich O., Kuzmin O., Vasheka O., Zuchuk T.] // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2018. — № 5 (45). — С. 27–35.
12. Кузьмін О. В. Методика визначення комплексного показника якості дріжджів / Кузьмін О. В., Шулак М. Я., Романченко Н. Н. // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2018. — Т. 1, № 3 (43). — С. 68–73.
13. Development of elements of the quality management system of the reception and accommodation service in the hotel / [Kuzmin O., Chernenko D., Symonova O., Velychko V.] // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2018. — Т. 1, № 3 (43). — С. 20–24.
14. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України: статистичний збірник / Від. за випуск О. М. Прокопенко. — К.: Державна служба статистики України, 2016. — 54 с.

Михалків Володимир Богданович

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри транспорту і зберігання нафти і газу

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Михалків Владимир Богданович

кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры транспорта и хранения нефти и газа

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

Mykhalkiv Volodymyr

PhD in Technical Sciences, Associate Professor,

Associate Professor of the Department of Oil and

Gas Transportation and Storing

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

ПЕРЕХІД МАГІСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДУ У РЕВЕРСНИЙ РЕЖИМ ПЕРЕХОД МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА В РЕВЕРСНИЙ РЕЖИМ TRANSITION OF THE GAS PIPELINE OF IN REVERSE MODE

Анотація. Розглянуто перехід магістрального газопроводу у реверсний режим з врахуванням часу релаксації.

Ключові слова: газ, режим, реверс, релаксація.

Аннотация. Рассмотрен переход магистрального газопровода в реверсный режим с учетом времени релаксации.

Ключевые слова: газ, режим, реверс, релаксация.

Summary. The transition of the main gas pipeline to the reverse regime with allowance for the relaxation time is considered.

Key words: gas, mode, reverse, relaxation.

Ідея розвороту газових потоків виникла відразу ж після перекриття Газпромом експортних газопроводів в січні 2009 року, а вже до березня європейці визначили основні проекти і підраховали необхідні витрати. Перехід газопроводу на реверсивний режим роботи вимагає зміни схеми обв'язки компресорних станцій (тобто схеми труб, що зв'язують газоперекачувальні агрегати з магістральним газопроводом) і деяких інших технологічних змін. Ці проекти вимагають відносно невеликих витрат і реалізуються в короткі терміни.

Реверс означає поворотні поставки товару. Тобто початковий споживач, отримавши у власність газ, поставляє його в зворотному напрямку.

Російський газ надходить транзитом через територію України в Європу. При проходженні української території він відбирається «Нафтогазом». З обоюсторонньої згоди української сторони і європейського споживача цей газ вважається не відібраним, а «реверсованим». Тобто, європейський покупець наче «продає» цей газ українській стороні.

Труби, по якій газ може бути поставлений з Європи в Україну, фізично не існує. Тому реверс і називається «віртуальним».

Проте такий варіант весь час блокує Газпром: так само як це робиться з українсько-словацьким інтерконектором — через відмову доступу до кодів постачальників.

Таким чином, оскільки фізично відсутня труба, якою Україна могла б отримати зворотні поставки газу від Європи, то постачання газу не можна вважати юридично дійсним. Більш того, європейська сторона в принципі не має права продавати газ: він не перейшов в її власність, так як був відібраний ще на території України.

Такого роду питань до «реверсу» не було б при наявності реальної труби, по якій газ, який перейшов у власність європейської сторони, поставлявся б назад на Україну.

Однак, навіть в разі здійснення таких поставок, вони можуть бути визнані незаконними. Справа в тому, що в контракт з Україною на постачання газу

внесена умова, що на території української сторони Газпром має право здійснювати функції оператора.

Тому доведеться будувати нові інтерконектори, як, наприклад, інтерконектор між польською та українською системами, або переводити існуючі газопроводи в аверсно-реверсний режим.

В загальному режим роботи реверсного газопроводу нічим не відрізняється від нормального газопроводу, лише змінюється напрям руху газу. Якраз режим зміни руху газу на протилежний визначає специфіку реверсного газопроводу. Саме в цей час проходять процеси гальмування потоку газу і розгону його в протилежну сторону. Тобто швидкість потоку газу спочатку падає до нуля, а потім зростає до максимальної у зворотному напрямку.

Розглянемо критерії, що дозволяють з'ясувати умови переходу магістрального газопроводу у реверсний режим. Так, наприклад, при нестационарному русі газу в довгому трубопроводі доцільно застосувати поняття часу релаксації [1] (ослаблення стану тіла після припинення впливу, що викликав цей стан). Оцінимо порядок часу релаксації для руху газу в трубопроводі. Під порядком розуміється порядок розміру: секунди, десятки секунд, сотні секунд та ін. Час релаксації буде залежати від сили інерції, обумовленою масою (густиною) і в'язкістю. Тому що розвиток профілю швидкостей залежить в основному від радіуса трубопроводу, отже,

$$t = t(\rho, R, \eta) . \quad (1)$$

Неважко бачити, що з цих чотирьох розмірів може бути складений один безрозмірний параметр.

Подана залежність рекомендується у виді степеневої комбінації, що можливо при одному безрозмірному параметрі

$$t = \rho^{m_1} R^{m_2} \eta^{m_3} . \quad (2)$$

Користуючись розмірністю величин, що входять в останнє рівняння, одержуємо

$$T = \left(\frac{M}{L^3}\right)^{m_1} L^{m_2} \left(\frac{M \cdot L}{T}\right)^{m_3} , \quad (3)$$

де T , M і L — відповідно розмірності часу, маси і довжини.

У лівій і правій частині рівняння розмірності повинні бути однакові (однорідність розмірності). У лівій частині відсутні M і L , точніше, вони входять у нульовому степені. Отже, і в правій частині M і L повинні бути в нульовому степені, T — в першому, тобто

$$\begin{aligned} -m_3 &= 1 \\ m_1 + m_3 &= 0 \\ -3 \cdot m_1 + m_2 + m_3 &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Звідси $m_1 = 1$; $m_2 = 4$; $m_3 = -1$.
Таким чином,

$$t = \frac{\rho \cdot R^4}{\eta} . \quad (5)$$

Час релаксації має порядок $\frac{\rho \cdot R^4}{\eta}$.

Подамо чисельний приклад. Через трубопровід зовнішнім діаметром 1420 мм прокачується газ густиною 0,7 кг/см³ і в'язкістю 1·10⁻⁵ Па·с. Тоді

$$t \approx \frac{0,7 \cdot 0,69^4}{0,00001} = 15867 \text{ с.}$$

Таким чином, час релаксації порядку чотирьох з половиною годин (4,41 год.).

Час пускового періоду трубопроводу та періоду зупинки газопроводу співрозмірний з часом релаксації. Тому перехід газопроводу діаметром 1420 мм займе приблизно 9 год. В цей час необхідно розглядати нестационарний рух газу.

Якщо робочий період трубопроводу більше часу релаксації, то можна розглядати рух як стаціонарний.

В Україні є один газопровід, збудований, як реверсивний. Це газопровід Кременчук–Ананьїв–Богородчани діаметром 1020 мм [2]. Перевід такого газопроводу у реверсний режим займе приблизно 3,5 години. На жаль газопровід проходить територію суверенної Молдови і в даний час експлуатується тільки на території України, як місцевий постачальник газу.

Література

1. Решение задач нефтегазопромисловой механики. Мирзаджанзаде А. Х., Гусейнзаде М. А. — М.: Недра, 1971, 200 с.
2. Интернет ресурс: Кременчук — Ананьїв — Богородчани. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Кременчук-Ананьїв-Богородчани>.

Орел Антон Валерійович

*аспірант кафедри автоматизованих систем обробки інформації та управління
Факультету інформатики та обчислювальної техніки
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Орел Антон Валерьевич

*аспірант кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления
Факультета информатики и вычислительной техники
Национального технического университета Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

Orel Anton

*PhD Student of Department of Computer-Aided
Management and Data Processing Systems of the
Faculty of Informatics and Computer Science of the
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

DOI: 10.25313/2520-2057-2018-10-3858

**АНАЛІЗ СОЦІАЛЬНИХ МЕДІА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОЦІНОЧНИХ СУДЖЕНЬ
НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТУ**

**АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНЫХ МЕДИА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЦЕНОЧНЫХ МНЕНИЙ
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТА**

**SOCIAL MEDIA ANALYZING FOR EVALUATION OPINIONS
DETERMINATION BASED ON SENTIMENT ANALYSIS**

Анотація. Стаття присвячена питанням розробки системи збору та аналізу думок про досвід користувачів товарів на основі аналізу тональності тексту. В роботі розглянуті прикладні задачі текстового аналізу та сентимент аналізу Facebook-коментарів та аналіз тональності текстів, отриманих із Twitter. Описана бізнес-логіка процесу обробки оціночних суджень та окремі стадії цього процесу. Поданий опис методу розробки лексику для моделювання класифікатора машинного навчання при прогнозуванні настроїв користувачів щодо товарів. Приведені результати дослідження аналізу тональності відгуків про косметичні марки та косметичні товари.

Ключові слова: тональність тексту, видобуток тексту, аналіз оціночних суджень, соціальні мережі, машинне навчання.

Аннотация. Статья посвящена вопросам разработки системы сбора и анализа мнений об опыте пользователей товаров на основе анализа тональности текста. В работе рассмотрены прикладные задачи текстового анализа и сентимент анализа Facebook-комментариев и анализ тональности текстов, полученных из Twitter. Описана бизнес-логика процесса обработки оценочных мнений и отдельные стадии этого процесса. Поданное описание метода разработки лексику для моделирования классификатора машинного обучения при прогнозировании настроений пользователей относительно товаров. Приведенные результаты исследования анализа тональности отзывов про косметологические марки и товары.

Ключевые слова: тональность текста, извлечение текста, анализ оценочных мнений, социальные сети, машинное обучение.

Summary. The article is devoted to the development of a system for collecting and analyzing opinions on the experience of users of goods based on the sentiment analysis.

Key words: sentiment analysis, text mining, evaluation opinions, social media, machine learning.

Вступ. Зростаючі випадки контрафакції та пов'язані з ними негативні наслідки для економіки та здоров'я потребують розробки систем активного нагляду, здатних надавати своєчасну і достовірну інформацію для всіх учасників боротьби з контрафактною продукцією. Однією із стратегій боротьби з контрафактною продукцією є ефективна комунікація та відстеження попереджень щодо вад продукції, побічні чи несприятливі ефекти тощо. Соціальні медіа тепер є платформою для обміну практично всіма видами інформації. Дослідження даних Twitter свідчать про те, що об'єднання мільйонів повідомлень може дати корисну інформацію для населення [2], отже, виробники продукції повинні відслідковувати думку користувачів про свою продукцію для прийняття рішень [3]. Користувачі, перш, ніж вибрати товар або компанію для регулярного обслуговування, шукають відгуки та рекомендації. Вони допомагають виявити недоліки продукту або сервісу, і своєчасно їх усунути. Відгуки в соціальних мережах в більшості своїй незалежні і відверті, тому викликають довіру. Такі оціночні судження можуть, як згенерувати цільовий трафік, так і зруйнувати репутацію компанії. Не всі клієнти готові прямо висловити своє невдоволення компанії і пояснити, чому вирішили піти. Але в Інтернеті така інформація часто буває доступною мільйонам користувачів.

Постановка проблеми. Для усунення загрози підробки товарів необхідна система моніторингу, здатна використовувати та відстежувати онлайн відгуки та досвід застосування користувачами цих товарів. У статті запропоновані задачі дослідження для визначення:

- громадських настроїв щодо певної марки товарів;
- прогнозу появи небажаних наслідків та можливості підробки товарів через моніторинг відгуків в соціальних мережах як засобу контролю думки громадськості.

Підхід до цих проблем оснований на класі методів контент-аналізу в комп'ютерній лінгвістиці, призначений для автоматизованого виявлення в текстах емоційно забарвленої лексики та емоційної оцінки авторів, тобто думок по відношенню до об'єктів, мова про які йде в тексті.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Видобуток тексту (Text Mining) є спеціалізованою галуззю, що застосовує методи видобування даних у тексті. Деякі спроби аналізу досліджуваних текстових даних наведені у [4]. Аналіз тональності тексту, що спрямований на виявлення думок, настроїв та ставлення людей та громад розглядають автори [5]. Коли методика аналізу тексту та аналізу тональності текстів поєднуються в проєкті з даними соціальних мереж, результат часто є потужним описовим або попереджувальним інструментом. В роботі [6] видобуток тексту успішно застосовується для збору повідомлень у Facebook для класифікації тональності

тексту під час Арабської весни (серія масових вуличних протестів, революції та внутрішніх військових конфліктів у низці арабських країн, що почалися наприкінці 2010 року у Тунісі й тривають у деяких країнах до нині).

Автори [7] розглядають застосування аналізу тональності тексту для спостереження за злочинністю, зокрема проаналізовані соціальні мережі та запропоновані основні елементи для системи їх моніторингу. Авторами [8] було запропоновано структуру для вивчення реакцій, настроїв та комунікації цивільних осіб у відповідь на терористичні напади. В роботі [9] запропоновані обчислювальні способи оцінки тональності у соціальних мережах і наведені дані про кращу їх продуктивність у порівнянні зі стандартними методами.

Аналіз тональності тексту даних соціальних мереж також застосовується для відстеження спалахів захворювань. Так автори [10] описали спосіб збору твітів для виявлення раннього попередження та спалаху пандемії свинячого грипу. Розглянутий спосіб демонструє значний внесок у попередження учасників зацікавленої сторони для їх швидкого реагування.

Дані Twitter дають змогу провести географічний і просторовий аналіз, а у [11] описано структуру візуалізації варіантів настроїв громадськості з використанням твітів, зібраних з округів Великої Британії під час події 2013 року. Ця програма особливо корисна для відстеження тенденції висхідної або зниженої алергії на продукти в певному регіоні протягом певного періоду часу. Авторами [12] використали технології виявлення тексту, щоб досліджувати ставлення споживачів до світових брендів застосувавши соціальну мережу Twitter.

Фармакологічний нагляд представляє особливий інтерес, він включає в себе моніторинг несприятливих наслідків фармацевтичних продуктів. Як повідомлялося у [13], користувачі Інтернету можуть надати ранні попередження про побічні ефекти за допомогою даних журналу (логів) інтернет-серфінгу. Візуалізація тональності текстів чату форуму CHFpatients.com була використана для вимірювання ефективності препарату через кількісну оцінку його побічних ефектів, особливо на користь членів форуму та їх лікарів [14].

Популярними підходами для аналізу тональності тексту є лексичний аналіз та машинне навчання. Лексичний підхід, описаний у [5], [15] та [16], використовує словники для слів, що анотовані з їх семантичними орієнтаціями. Підхід, оснований на машинному навчанні, описаний у [5] та [17], вимагає створення моделі шляхом навчання класифікатора з позначеними прикладами. Використання комбінації лексичного аналізу та машинного навчання описано в [17] та [18].

Аналіз підходів до аналізу тональності тексту виявляє проблеми продуктивності:

- як визначати контекстно-залежні слова;
- як звертатися до кількох об'єктів з різними семантичними орієнтаціями в межах одного речення.

Одним із запропонованих підходів до вирішення цих питань є використання цілісної лексики, описаної в [15], що передбачає використання зовнішніх доказів та лінгвістичних звичаїв природних мовних виразів. Як повідомляється, підхід до машинного навчання перевершує лексичний підхід, але все ж страждає загальний недолік маркування великих навчальних даних.

Дослідники [17] класифікаторів на базі машинного навчання Naive-Bayes, максимальної ентропії та SVM (Support Vector Machines — підтримуючі векторні машини) окреслили низку питань, які необхідно вирішити перед використанням цих методів для класифікації тональності тексту. Визначені недоліки класифікаторів Naive-Bayes та максимальної ентропії. Недолік першого полягає в припущенні, що функції не залежать одна від одного; класифікатор максимальної ентропії зазнає надмірного пристосування у разі нестабільних даних. Проте повідомляється, що її продуктивність може бути покращена шляхом апіорі для кожної функції. Підтримка векторних машин перевершила інші методи, головним недоліком якої є складність визначення важливих слів, які вплинули на процес класифікації через його «чорний ящик». У огляді [17] описано метод, що називається розповсюдженням марки, який покращує точність процесу класифікації за допомогою графіка Twitter.

Спираючись на ці мотивації, особливо на успіхи аналізу тексту та аналізу тональності тексту даних соціальних мереж для спостережень [7], [8], [9], [10] та моніторингу репутації бренда [12], а також дизайну структури класифікації тональності тексту [8], [11] та [17], автори цих робіт запропонували нову основу для використання та обробки висловлювань та опису досвіду використання споживачів популярних марок лікарських та косметичних засобів, що повідомляються як оновлення статусу, твітів або коментарів на платформах соціальних мереж. Також існує теорія адаптації комбінації цих підходів та обчислювальних інтелектуальних методів, таких як нечітке оцінювання настрою, в рамках порівняння результатів з традиційною лексикою та іншими методами.

Детальний опис бізнес-логіки аналізу тональності тексту наведено у наступному розділі.

1. Бізнес-логіка процесу обробки оціночних суджень

Схема бізнес-логіки процесу обробки думок та відгуків про досвід клієнтів популярних марок лікарських та косметичних продуктів подана на рисунку 1. Схема включає чотири етапи: збору та очищення тексту, попередньої обробки, сентимент (тональність тексту) аналізу і, нарешті, оцінки. Нижче наведено короткий опис цих етапів.

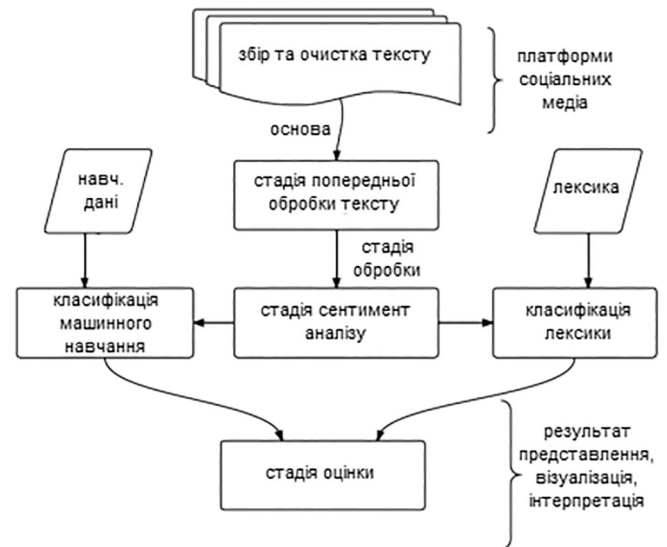


Рис. 1. Схема бізнес-логіки процесу обробки думок та відгуків про досвід користувачів

Порядок збору та очищення тексту. Більшість організацій та компаній, включаючи соціальні медіа-платформи, створюють прикладний програмний інтерфейс (API) для обміну даними. На етапі збору та очищення тексту API-інтерфейси соціальних мереж здійснюють API-виклик для аутентифікації та збору даних. Розглянемо детальніше API-інтерфейси Twitter і Facebook. API Twitter складається з передачі репрезентативного стану (REST) та потокового API [19]. REST API пропонує методи перевірки аутентифікації застосувань, обробки запитів, обробки встановлених обмежень, тощо. Потоковий API надають клієнтські додатки з глобальним потоком (публічним, користувацьким і сайту) даних Twitter. API Facebook Graph являє собою засоби для отримання даних у соціальному трафіку Facebook та виходу з нього. У фреймворку використовуються як REST, так і потоковий API для пошуку та отримання твітів, у той час як API Facebook Graph використовується для отримання сторінок, оновлення статусу та коментарів, що пропонують опис користувальницького досвіду і судження користувачів стосовно лікарських та косметичних товарів.

Рисунок 2 описує робочий процес збору даних. Зібраний текст є зашумленим в текстовому форматі обробки даних (JSON) і методах очищення та розбору даних для формування структури збірки текстів, тобто кола коментарів та твітів, що включені для подальшої обробки.

Стадія попередньої обробки. На цьому етапі збірка текстів перетворюється на функціональні вектори. Відповідно до описаних у [20] та [21] функцій проведення цієї роботи адаптується «мішок слів» («bag of words»). Наступна послідовність завдань включає адаптацію простого методу вибору, попередню обробку функції для перетворення або лексичного аналізу текстового потоку у слова, видалення обме-

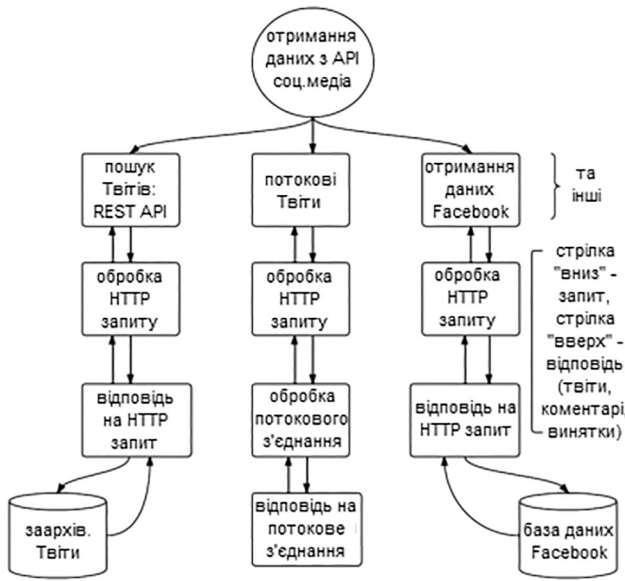


Рис. 2. Процес збору даних

жувачів, перетворення всіх слів на нижній регістр, видалення чисел та «стоп» слів [21], виведення слів на їхню основу та деяких перетворень певних програм або доменів. Токени представлені як реплікарна матриця «мішка слів», використовуючи термін «частотно-зворотня частота документів» (*tf-idf*). Схема зважування, описана у [20] та [21].

Позначимо збірку текстів як *S*, що містить *N* документів, визначених як *d_i*, де *i* = 1 ... *N*, і твіти марковані як слова або терміни *t*. Схема вагової оцінки *tf-idf* враховує відносну важливість слова у документі та присвоює терміну *t_j*, вага у документі *d_i* дається:

$$tf - idf(t_j, d_i) = tf(t_j, d_i) * idf(t_j)$$

де *tf(t_j, d_i)* означає частоту терміну, кількість введених слів у документі;

$$idf(t_j) = \log_2 \frac{N}{df(t_j)}$$

означає частоту зворотного документа, причому *df(t_j)* представляє кількість документів, що містять слово.

На рисунку 3 описаний процес попередньої обробки.

Подальша розрідженність оброблюється шляхом вибору термінів, які відображаються в мінімальній кількості документів. Результуюче двостороннє представництво є входом, на якому виконуються інші завдання.

Стадія sentiment аналізу (аналізу тональності тексту). На цьому етапі розглядаються вимірювання полярності, sentiment класифікація та кластеризація всієї збірки текстів, а також для деяких цільових об'єктів. Ми підходимо до цих завдань, використовуючи як лексику, так і методи навчання.

Розглянемо класифікацію тональності тексту на основі лексики. Під лексиконізованим підходом

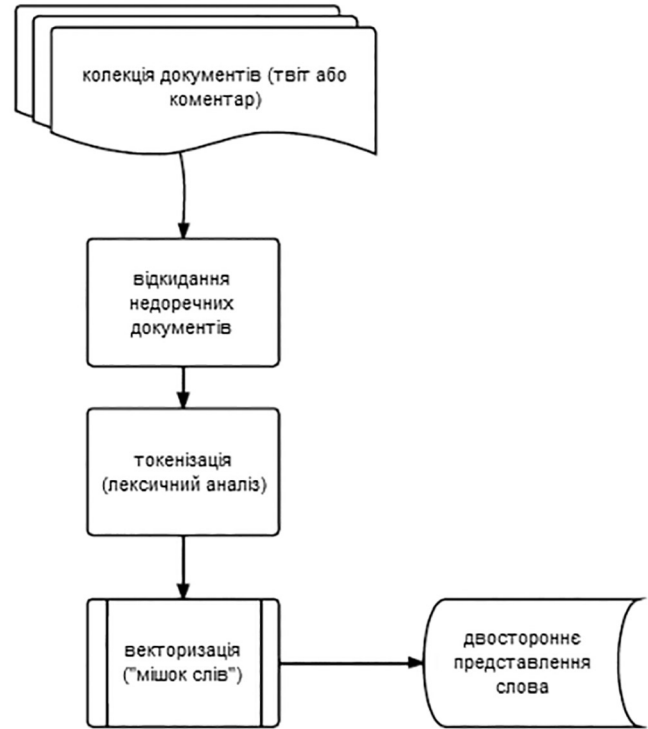


Рис. 3. Процес попередньої обробки

розуміється попередньо позначений список слів або полярність лексики. Для покращеного класифікаційного результату, описаного в [22], фреймворк об'єднує дві лексики (спеціально зібрану лексику та загальну англomовну лексику), розроблену та підтримувану авторами [23]. Інша вимога до класифікатора на основі лексики — це реалізація функції оцінювання тональності тексту (рис. 4). Одна з найпростіших обчислювальних схем поляризації описана у [24] і передбачає, що усі слова у збірці текстів або цільовій колекції порівнюються зі словами у лексиконі, а загальна оцінка тональності тексту або підмножини буде тоді різницею між кількістю позитивно і негативно позначених слів. Тому відповідна оцінка полярності для кожного коментаря чи твіту у збірці текстів визначається:

$$Score = \sum_i^n pw - \sum_j^m nw,$$

де *pw* і *nw* — це позитивно та негативно позначені слова відповідно;

Коментар чи твіт має загальний позитивний sentiment, якщо *Score* > 0. Коментар чи твіт має загальний нейтральний sentiment, якщо *Score* = 0. Коментар чи твіт має загальний негативний sentiment, якщо *Score* < 0,

Загальна оцінка для процесу візуалізується та оцінюється за допомогою гістограми та статистичного графіку (діаграми). Більш прогресивна оціночна схема включає нечіткі міркування, що є методом обчислювального інтелекту, який може застосовуватися для покращення класифікації тексту та

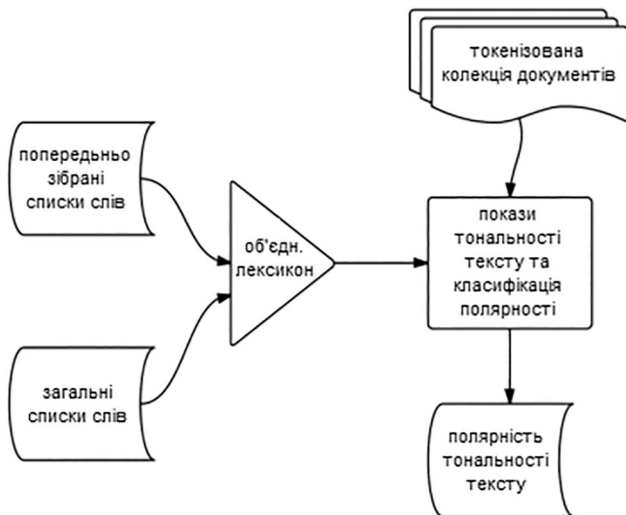


Рис. 4. Процес лексикону на основі класифікації настрою

завдань кластеризації. Ця методика була використана у [25] для створення інтуїтивно зрозумілих нечітких чисел для 150 слів, сформованих зі списку функціональних слів для класифікації відгуків по керуванню готельними системами, з більшою точністю та швидкістю нагадування.

Особливістю класифікації настроїв (тональності тексту) на основі машинного навчання є використання навчального набору даних, який вже закодований класами тональності текстів. Класифікатор навчається або моделюється маркованими даними, таким чином, що нові, але аналогічні документи тестуються з отриманою моделлю аби передбачати напрямок настрою (тональності тексту) нових документів (рис. 5).

В якості базового класифікатора використовуватиме Naive-Bayes через його ефективність згідно з [21]. Припускаємо, що майбутні слова є незалежними, а потім кожне входження використовується для класифікації твітів або коментарів у відповідний клас настроїв. Такий підхід називається мультиноміальною моделлю подій.

З [21] впливає, що цей класифікатор, який використовує максимальне правило апостеріорного рішення, може бути представлений таким чином:

$$c_{map} = \underset{c \in C}{\operatorname{argmax}} (P(c|d)) = \underset{c \in C}{\operatorname{argmax}} (P(c) \prod_{1 \leq k \leq n_d} P(t_k | c))$$

де t_k позначає слова в кожному твіті або коментарі і C набір класів, що використовуються в класифікації; $P(c|d)$ є умовною ймовірністю класу C даного документу d , $P(c)$ — попередня ймовірність класу C і $P(t_k | c)$ є умовною ймовірністю слова t_k даного класу C . Щоб оцінити попередні параметри, це рівняння потім зводиться до:

$$c_{map} = \underset{c \in C}{\operatorname{argmax}} (\log P(c) + \sum_{1 \leq k \leq n_d} \log P(t_k | c)).$$

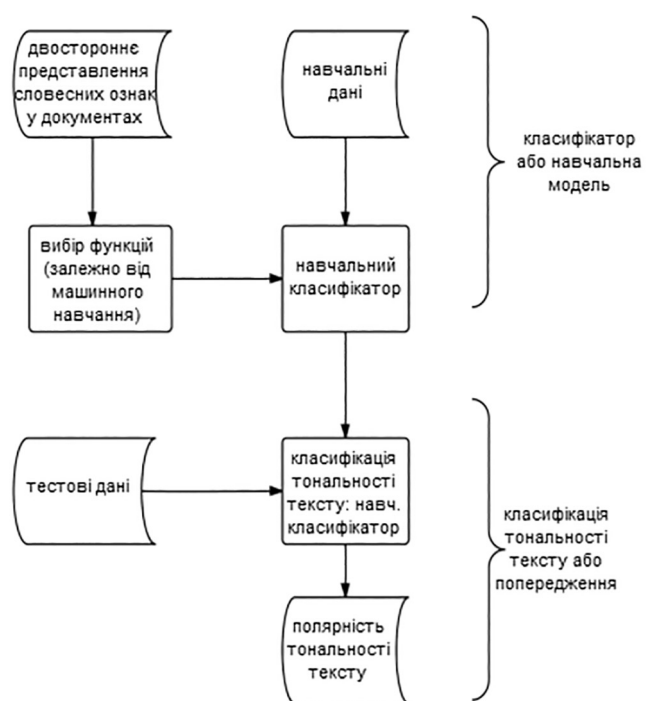


Рис. 5. Процес класифікації

Для обробки нульових імовірностей, які можуть виникнути, коли слово не зустрічається в певному класі, використовується ($tf-idf$) зважування або згладжування Лапласа шляхом додавання 1 до кожного підрахунку; із згладжуванням Лапласа, $P(t|c)$ стає:

$$P(t|c) = \frac{T_{ct} + 1}{\sum_{t' \in V} (T_{ct'} + 1)} + \frac{T_{ct} + 1}{(\sum_{t' \in V} T_{ct'}) + B'}$$

де B' означає кількість термінів, що містяться у словнику V .

Оціночна стадія. Результат класифікації на основі лексикону відображається як гістограма ступенів полярності, і результат оцінюється з посиланням на реальність або людське судження. Ми використовуємо таблиці непередбачених ситуацій або реальну таблицю, щоб відобразити вихід класифікатора та вихідний результат для порівняння продуктивності.

2. Тематичні дослідження

Текстовий аналіз та настрої аналіз Facebook коментарів. Щоб продемонструвати корисність запропонованої схеми, автори [22] зібрали коментарі та думки користувачів зі сторінок 3-х популярних брендів лікарських та косметичних продуктів (*Avon*, *Dove* та *OralB*) з використанням Facebook API Graph. Для питань конфіденційності назви торгових марок будуть випадковим чином кодуватися як А, Б та В. Спочатку був видалений загальнодоступний вміст цільових сторінок, а потім вилучалися коментарі та відгуки користувачів із популярних публікацій, що пропонують рекламу продукту. Результати подані в таблиці 1

У всій збірці застосовано токенізацію (лексичний аналіз), припиняємо видалення слів і перетво-

Таблиця 1

Резюме зібраних коментарів

Ім'я бренду	Загальна кількість зібраних постів	Загальна кількість вилучених коментарів
А	5000	654
Б	665	1747
В	5000	957

рюємо у функції нижнього регістру, щоб отримати функції лише окремих слів. Потім функції були представлені у вигляді моделі «мішку слів» зі схемою зважування (*tf-idf*) для створення розрідженої матриці, обмежуючи довжини слова до трьох символів. Розріджена матриця оброблялася за допомогою функції, яка видаляє розріджені терміни, що мають принаймні 99 % розріджених елементів. Потім виконується аналіз термінів для генерування популярних слів із попередньо зібраного лексику, а також був адаптований метод, який використовується у [22], спираючись на англійський словник та тезаурус. Задалегідь зібраний лексикон зливається із сленгами соціальних медіа та загальною лексикою для сентимент класифікації. Порівняння аналізу сентимент лексику було здійснено на трьох різних брендах.

Цікаво побачити, що загальний сентимент на всіх трьох брендах був позитивно асиметричним із коефіцієнтами 1:42:175, 1:3:3 та 1:5:5 брендів А, Б та В відповідно, де цифри означають негативні, нейтральні та позитивні значення коефіцієнтів. Розподіл цих оцінок поданий у таблиці 2.

Таблиця 2

Розподілення результатів сентименту для 3-х брендів

Бренд	Сентимент оцінки			Загальна кількість у рядку
	Негативний	Нейтральний	Позитивний	
А	3	127	524	654
Б	282	742	723	1747
В	85	408	464	957
Загально	370	1277	1711	3358

Також опрацьовані 3 окремі набори даних у Бренді Б, кожен із трьох генеричних (непатентованих) товарів: мило, крем та дезодорант, а потім проведено аналіз тональності за сукупними даними. Розподіл цих балів представлений у таблиці 3. За результатами аналізу оцінки думок користувачів щодо крему, дезодоранту та мила виражені у співвідношенні 1:2:2, 1:1:2 і 1:2:5 відповідно, де співвідношення позначає негативне, нейтральне та позитивне сприйняття товару користувачами.

Розглянемо аналіз тональності всієї збірки текстів із класифікатором тональності Naive-Bayes, описа-

Таблиця 3

Розподілення результатів сентименту для 3-х продуктів

Продукт	Сентимент оцінки			Загальна кількість у рядку
	Негативний	Нейтральний	Позитивний	
Крем	5	11	11	27
Дезодорант	21	23	46	90
Мило	11	26	56	93
Загально	37	60	113	210

ним у [26], моделюючи полярність та емоційну лексику. Класифікація методу полярності класифікує коментарі як позитивні, нейтральні або негативні. Результати класифікації по усій збірці текстів для обох методів порівнюються в таблиці 4.

Таблиця 4

Порівняння оцінок тональності лексику та машинного навчання на основі коментарів збірки текстів

Метод	Сентимент оцінки			Загальна кількість у рядку
	Негативний	Нейтральний	Позитивний	
Лексикон	539	1436	1383	3358
Naïve Bayes	554	368	2436	3358

Негативні оцінки для обох методів збігаються, хоча різко відрізняються як нейтральні, так і позитивні оцінки. Оцінка того, який метод забезпечує точний результат, залежить від декількох факторів і не входить в обсяг цієї роботи.

Аналіз тональності текстів, отриманих із Twitter.

Для прогнозування тональності тексту методом машинного навчання, що класифікує дані з соціальних мереж, було зібрано близько 11431 твітів з наступними ключовими словами: медицина, рецепт, без рецепту, побічні ефекти, Інтернет-аптека, антибіотики. Спочатку твіти були очищені, а потім перетворені у єдину збірку текстів, при цьому кожен твіт був представлений як єдиний документ. Таким чином, є 11413 документів, що складають збірку текстів. Збірка текстів потім представлена як розріджена матриця для постійного аналізу термінів та генерації лексику.

Проведений аналіз тональності лексику по усій збірці 11413 твітів, таким чином, що отримані сентимент-оцінки класифіковані за відповідними оцінками (табл. 5), і слугитиме початковим набором даних. Для простоти класифікуємо оцінки більше за 0, як позитивні, а оцінки нижчі за 0 — як негативні.

Набір даних був розділений на навчальний набір, який склад 75 %, тобто 8573 позначених твітів, та на тестовий набір, що склав 25 %, тобто 2858

Таблиця 5

Випадковий перегляд оцінок полярності

Оцінка	Твіт
-1	Для всіх, хто знає мене, гадаю, що час мені підписати документи аби відмовитись від антибіотиків. Це дозволить померти мені в моєму домі.
2	Впевнений, що ми відвідали лікарню недарма і що антибіотики допоможуть якомога швидше.
0	Приймав свої антибіотики без їжі, і я перебував на роботі хворим.
-2	Це смішно, як часто я хворію, незалежно від того, чи в мене простуда, чи я на антибіотиках, моя імунна система — сміття

позначених твітів, так що класифікатор може бути оцінений на даних, які він раніше не бачив. Застосуємо алгоритм Naive Bayes як базовий класифікатор. Таблиця 6 — це подання результату як матриці помилок.

Таблиця 6

Результат класифікатора Naive Bayes

Передбачено	Фактично		Загальна кількість у рядку
	Негативний	Позитивний	
Негативний	531 0,639	180 0,089	711
Позитивний	300 0,361	1847 0,911	2147
Загально	831 0,291	2027 0,709	2858

З результатів таблиці 6 видно, що 300 із 831 позитивних повідомлень (36 %) були невірно класифіковані як «негативні», тоді як 180 із 2027 негативних повідомлень (8,9 %) були невірно класифіковані як «позитивні»; загальна точність складає 83 %. Ця продуктивність буде використовуватися як базис для оцінки інших класифікаторів.

Висновки. Моніторинг відгуків в соціальних мережах як контроль думки громадськості є актуальною

задачею для компаній, що постачають на ринок різні товари, зокрема лікарські та косметичні засоби. Ця задача зведена до задачі аналізу тональності тексту. Для визначення тональності тексту, що вказує на думки та досвід використання товарів, запропонований метод машинного навчання. Для роботи з відгуками користувачів в соціальних мережах розглянуто сервіси, проведено дослідження аналізу тональності відгуків про три косметичні марки (А, Б та В), а також про три косметичні товари (мило, крем і дезодорант).

На прикладі аналізу поглядів і опису досвіду використання косметичних і лікарських препаратів у формі твітів та коментарів у Facebook за допомогою підходів лексикону та машинного навчання проведено дослідження. Продемонстровано, як розробляти власні лексикони та навчальні дані, а також моделювали класифікатор Naive Bayes для прогнозування поглядів та досвіду користувачів на прикладі популярних марок лікарських та косметичних продуктів.

У майбутньому робота розглядатиме спам коментування, порівняння різних характеристик класифікації тональності тексту машинного навчання, часовий аналіз для виявлення тенденцій тональності тексту певної марки чи продукту, а також групування твітів та настроїв користувачів за місцем розташування.

Література

1. K. Dégardina, Y. Roggoand and P. Margot, «Understanding and fighting the medicine counterfeit market», Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, vol. 87, pp. 167–175, January 2014.
2. M. J. Paul and M. Dredze, «You are what you Tweet: Analyzing Twitter for Public Health», in 5th International AAAI Conference on Weblogs and Social Media (ICWSM 2011), Barcelona, 2011.
3. C. Kaiser and F. Bodendorf, «Mining Patient Experiences on Web 2.0 — A Case Study in the Pharmaceutical Industry», in SRII Global Conference (SRII), California, 2012, pp. 139–145.
4. A. M. Hearst, «Untangling text data mining», in Proceedings of the 37th annual meeting of the Association for Computational Linguistics on Computational Linguistics, Maryland, 1999, pp. 3–10.
5. B. Pang and L. Lee, «Opinion Mining and Sentiment Analysis», Foundations and Trends in Information Retrieval, vol. 2, no. 1–2, pp. 1–135, January 2008.
6. J. Akaichi, Z. Dhouioui, and M. J. Lopez-Huertas Perez, «Text mining facebook status updates for sentiment classification», in System Theory, Control and Computing (ICSTCC), 2013 17th International Conference, Sinaia, 2013, pp. 640–645.

7. M. D. Sykora, T. W. Jackson, A. O'Brien, and S. Elayan, «National Security and Social Media Monitoring: A Presentation of the EMOTIVE and Related Systems», in 2013 European Intelligence and Security Informatics Conference (EISIC), Uppsala, 2013, pp. 172–175.
8. M. Marc and C. Lee. Vincent, «A microblogging-based approach to terrorism informatics: Exploration and chronicling civilian sentiment and response to terrorism events via Twitter», *Information Systems Frontiers*, vol. 13, no. 1, pp. 45–59, March 2011.
9. K. Glass and R. Colbaugh, «Estimating the sentiment of social media content for security informatics applications», in IEEE International Conference on Intelligence and Security Informatics (ISI), Beijing, 2011, pp. 65–70.
10. E. de Quincey and P. Kostkova, «Early Warning and Outbreak Detection Using Social Networking Websites: The Potential of Twitter», in *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*. Istanbul, Turkey: Springer Berlin Heidelberg, 2010, ch. 3, pp. 21–24.
11. V. D. Nguyen, B. Varghese, and A. Barker, «The royal birth of 2013: Analysing and visualising public sentiment in the UK using Twitter», in IEEE International Conference on Big Data, California, 2013, pp. 46–54.
12. M. Mostafa Mohamed, «More than words: Social networks' text mining for consumer brand sentiments», *Expert Systems with Applications*, vol. 40, no. 10, pp. 4241–4251, August 2013.
13. R. W. White, N. P. Tatonetti, N. H. Shah, R. B. Altman, and E. Horvitz, «Web-scale pharmacovigilance: listening to signals from the crowd», *J Am Med Inform Assoc*, March 2013.
14. B. Chee, K. G. Karahalios, and B. Schatz, «Social Visualization of Health Messages», in 42nd Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS '09., Big Island, 2009, pp. 1–10.
15. X. Ding, B. Liu and P. S. Yu, «A holistic lexicon-based approach to opinion mining», in WSDM '08 Proceedings of the 2008 International Conference on Web Search and Data Mining, New York, 2008, pp. 231–240.
16. M. Taboada, J. Brooke, M. Tofiloski, K. Voll and M. Stede, «Lexicon-Based Methods for Sentiment Analysis», *Journal of Computational Linguistics*, vol. 37, no. 2, pp. 267–307, June 2011.
17. S. Bhuta, A. Doshi, U. Doshi, and M. Narvekar, «A review of techniques for sentiment analysis Of Twitter data,» in International Conference on Issues and Challenges in Intelligent Computing Techniques (ICICT), Ghaziabad, 2014, pp. 583–591.
18. F. Balage, P. Pedro and T. A.S. Pardo, «NILC_USP: A Hybrid System for Sentiment Analysis in Twitter Messages», in Proceedings of the Seventh International Workshop on Semantic Evaluation (SemEval 2013), Georgia, 2013, pp. 568–572.
19. M. Kevin Makice, *Twitter API: Up and Running: O'Reilly Media*, 2009.
20. M. Shafiei, S. Wang, R. Zhang, E. Milios, B. Tang, J. Tougas, R. Spiteri, «Document Representation and Dimension Reduction for Text Clustering», in IEEE23rd International Conference on Data Engineering Workshop, Istanbul, 2007, pp. 770–779.
21. C. D. Manning, P. Raghavan, and H. Schtze, *Introduction to Information Retrieval: Cambridge University Press*, 2008.
22. R. Heimann and N. Danneman, *Social Media Mining with R.: PACKT Publishing*, 2014.
23. M. Hu and B. Liu, «Mining and summarizing customer reviews», in KDD '04: Proceedings of the tenth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining, Seattle, 2004, pp. 168–177.
24. S. Gaston. (2014, June) Mining Twitter with R. [Online]. <https://sites.google.com/site/miningtwitter/home>
25. X. Feng Li and D. Li, «Sentiment Orientation Classification of Webpage Online Commentary Based on Intuitionistic Fuzzy Reasoning,» *Applied Mechanics and Materials*, vol. 347–350, pp. 2369–2374, August 2013.
26. P. Jurka Timothy, *Tools for Sentiment Analysis*, 2012.

УДК 504.064+628.316.12

Петрушка Ігор Михайлович

*доктор технічних наук, професор,
професор кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності
Національний університет «Львівська політехніка»*

Петрушка Игорь Михайлович

*доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры экологической безопасности и природоохранной деятельности
Национальный университет «Львовская политехника»*

Petrushka Ihor

*Doctor of Engineering, Professor
Lviv Polytechnic National University*

Мороз Олександр Іванович

*доктор технічних наук, професор,
професор кафедри геодезії
Національний університет «Львівська політехніка»*

Мороз Александр Иванович

*доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры геодезии
Национальный университет «Львовская политехника»*

Moroz Oleksandr

*Doctor of Engineering, Professor
Lviv Polytechnic National University*

Петрушка Катерина Ігорівна

*асистент кафедри екології та збалансованого природокористування
Національний університет «Львівська політехніка»*

Петрушка Екатерина Игоревна

*ассистент кафедры экологии и сбалансированного природопользования
Национальный университет «Львовская политехника»*

Petrushka Kateryna

*Assistant
Lviv Polytechnic National University*

**ЗОВНІШНЬОДИФУЗІЙНІ ПРОЦЕСИ СОРБЦІЇ БАРВНИКІВ
З РІДИННИХ СЕРЕДОВИЩ КОМПЛЕКСНИМИ СОРБЕНТАМИ
ВНЕШНЕДИФУЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ СОРБЦИИ КРАСИТЕЛЕЙ
С ЖИДКИХ СРЕД КОМПЛЕКСНЫМИ СОРБЕНТАМИ
EXTERNAL DIFFUSION PROCESSES OF ADSORPTION OF SOLVENTS
FROM THE ELDERLY ENVIRONMENTS OF COMPLEX SORBENTS**

Анотація. Досліджено кінетику зовнішньої дифузії процесу адсорбції барвників з стічних вод комплексними дисперсними сорбентами. Розраховано коефіцієнти зовнішньої дифузії з за залежностями Уїлка-Чанга та Шейбеля.

Ключові слова: адсорбент, барвник, коефіцієнт, зовнішня дифузія.

Анотація. Исследовано кинетика внешней диффузии процесса сорбции красителей из сточных вод комплексными дисперсными сорбентами. Определены коэффициенты внешней диффузии по зависимостям Уилка-Чанга и Шейбеля.

Ключевые слова: адсорбент, краситель, коэффициент, внешняя диффузия.

Summary. The kinetics of external diffusion of adsorption of dyes from sewage with complex disperse sorbents has been investigated. The coefficients of external diffusion have been calculated for dependencies of Wilka-Chang and Shaybel.

Key words: adsorbent, pigment, coefficient, external diffusion.

Вступ. Масообмінні процеси в двофазних системах широко використовуються не тільки в технологічних процесах різних галузей промисловості, таких як хімічна, харчова, фармацевтична, а і в природоохоронних технологіях. До таких двофазних систем слід віднести систему «рідина — тверде тіло». Особлива увага науковців зосереджена на використанні природних ресурсів в розробці ефективних методів очищення забруднених рідинних середовищ з використанням вископористих мінералів природнього походження.

Використання таких природних дисперсних сорбентів як бентоніт, палигорськіт та глауконіт для очищення стічних вод забруднених барвниками в досить повній мірі обґрунтовано в багатьох наукових роботах [1; 2; 5]. Природні сорбенти значно дешевші, ніж синтетичні при цьому мають досить високу сорбційну здатність. Особливу увагу серед природних матеріалів викликають мінерали групи алюмосилікати: бентоніт, палигорськіт та глауконіт. Для підвищення швидкості та ступеню сорбції використовують різні методи модифікації природних сорбентів [2]. Проте на даний час значний інтерес представляє розробка комплексних природних сорбентів з високою адсорбційною ємністю, які значно підвищують селективну здатність та степінь сорбції поллютантів з стічних вод.

Мета роботи. Основною метою наших досліджень є вивчення сорбційних властивостей комплексних природних сорбентів на основі модифікованого монтморилоніту та шунгіту по відношенню до синтетичних барвників, які достатньо широко використовуються в текстильній промисловості, зокрема — аніонного червоного 8С ($C_{38}H_{25}O_{13}N_6S_3Na_3$).

Результати дослідження та їх теоретична інтерпретація. Барвник застосовується для фарбування натуральної шкіри хромового дублення з натуральною поверхнею, велюру, шубної вівці, а також для фарбування шерсті на всіх стадіях її переробки. Напівпродукт аніонний червоний 8С призначений для отримання випускних форм змішаних барвників аніонного червоного та аніонного коричневого.

Відомо, що для збільшення сорбційних властивостей бентонітів використовують його модифікування сульфатною кислотою. Слід зазначити, що мінерал після кислотного модифікування набуває високої дисперсності частинок, про що свідчить той факт, що частина суспензії не коагулює, тобто не осідає.

Іншим перспективним сорбентом є шунгіт. Шунгіт — єдиний відомий мінерал, який містить фулерени (нещодавно відкриту нову глобулярну форму існування вуглецю). Особливість структури фулеренів полягає в тому, що атоми вуглецю в молекулах розташовані у вершинах правильних шести- і п'ятикутників, які покривають поверхню сфери і являють собою замкнуті багатогранники, що складаються з парної кількості скоординованих атомів вуглецю. Речовина, побудована на основі фулеренових структур та інших часток, які використовуються в нанотехнологіях, була вперше синтезована в 1985 р. [3; 6].

Оптимальне співвідношення двох адсорбентів визначено з врахуванням дисперсності частинок і складає 1 до 0,50.

Швидкість перенесення маси обумовлена механізмом дифузії і традиційно визначається величиною коефіцієнта молекулярної дифузії D_{AB} , значення якого розраховується відповідно залежності:

$$m_A = D_{AB} S \frac{dC_A}{dn}, \quad (1)$$

де m_A — швидкість перенесення маси за механізмом дифузії відповідно напрямку n , кг/с (моль/с);

S — площа поверхні масоперенесення, m^2 ;

$\frac{dC_A}{dn}$ — градієнт концентрації речовини A в речовині B , kg/m^4 (моль/ m^4).

Необхідність визначення величини D_{AB} обумовлена в більшості випадків відсутністю чіткого опису фізичного механізму перенесення маси в речовинах, які контактують між собою, а також механізм перенесення маси в середині твердої пористої речовини. Тому вивчення даного питання представляє фундаментальний науковий інтерес.

Паралельно теоретичним розробкам моделей механізму молекулярної дифузії, впродовж останніх 60-ти років активно проводились експериментальні дослідження. Проте враховуючи значну кількість систем «тверде тіло-рідина» математичні моделі процесу дифузії відрізняються кінцевим емпіричним рівнянням.

Розрахунок адсорбційних процесів пов'язаний з дифузією цільового компоненту A в рідині B . Швидкість перенесення маси обумовлена механізмом дифузійних процесів і визначається коефіцієнтом дифузії. Визначення коефіцієнту дифузії в системі «рідина — тверде тіло» базується на розрахунку

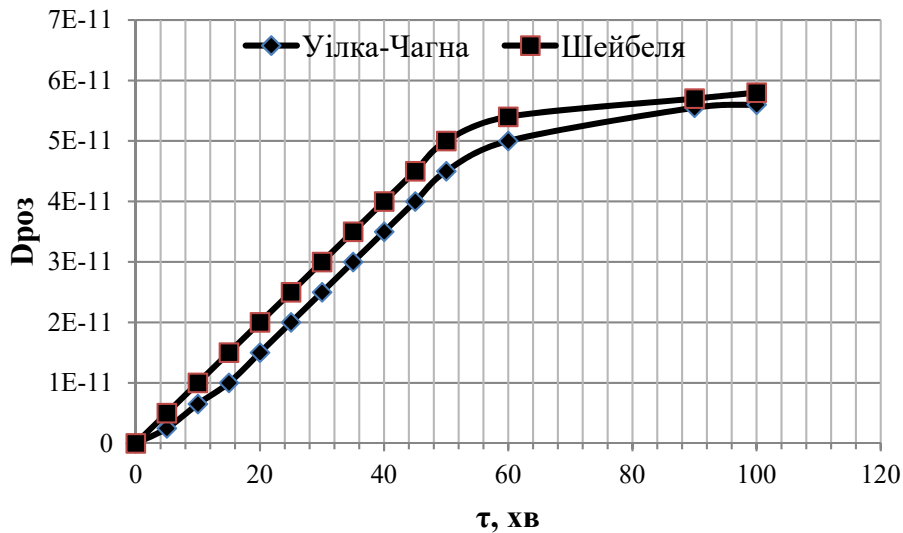


Рис. 1. Залежність розрахункових значень коефіцієнта зовнішньої дифузії від часу адсорбції

зовнішньо — та внутрішньодифузійних параметрів, значення яких залежать від величини дифузійного опору масоперенесення компоненту А в рідині до поверхні адсорбенту та інтенсивності масообміну в твердому пористому тілі.

Визначення коефіцієнтів дифузії обумовлено не тільки необхідністю фізичного опису механізму перенесення маси в системі «рідина — тверде тіло», але і з практичної точки зору підтвердження експериментальних даних математичними залежностями, які дозволяють прогнозувати інтенсивність масообмінних процесів на основі розрахункових значень коефіцієнтів дифузії.

В даній статті наводяться порівняльні дані розрахункових значень коефіцієнтів зовнішньої дифузії за двома рівняннями — Уїлка-Чанга і Шейбеля.

В [7] наводиться методика розрахунку теоретичного коефіцієнту масовіддачі на підставі теорії локальної ізотропної турбулентності для апаратів з механічними пристроями для випадку розчинення твердих частинок, розміри яких перевищують товщину дифузійного пограничного шару.

Коефіцієнт дифузії забрудника в розчині визначається за залежністю Уїлка-Чанга:

$$D_{AB} = 7,4 \cdot 10^{-8} \frac{T(x \cdot M_{\text{води}})}{\mu \cdot V^{0,6}} \quad (2)$$

де: T — температура, К; x — параметр асоціації розчину (для водних розчинів $x = 2,6$, г/моль); $M_{\text{води}}$ — молекулярна маса води; μ — динамічний коефіцієнт в'язкості води, сПз; V — об'ємна молекулярна маса забрудника, см³/моль.

Інший варіант визначення коефіцієнта зовнішньої дифузії проводили за залежністю Шейбеля [8]:

$$D_{AB} = 8,2 \cdot 10^{-8} \frac{T \left[1 + 3 \frac{V_B}{(V_A)^{\frac{2}{3}}} \right]}{\mu_{AB} \cdot V_A^{0,3}} \quad (3)$$

де V_B — мольний об'єм води, см³/моль, $V_B = 75,6$ см³/моль; V_A — мольний об'єм забрудника водного розчину; μ_{AB} — динамічний коефіцієнт в'язкості води, сПз.

Результати розрахункових значень наведені на рис. 1.

Враховуючи незначну розбіжність (5–10 %) величини коефіцієнта зовнішньої дифузії можна стверджувати про адекватність отриманих розрахункових значень за двома залежностями, що дає змогу прогнозувати степінь сорбції політантів з рідинних середовищ твердими пористими тілами.

Література

1. Петрусь Р. Технології очищення стоків із застосуванням природних дисперсних сорбентів / Мальований М., Варчол Й., Одноріг З., Петрушка І., Леськів Г // Хімічна промисловість України. — 2003. — № 2 (55). — С. 20–22.
2. Мальований М. Очищення стічних вод від синтетичних барвників природними дисперсними сорбентами / Р. Петрусь, І. Петрушка, Г. Леськів // Міжнар. наук. конференція «Мембранні та сорбційні процеси і технології»: Тези доповідей 5–7 березня. — Київ, 2007. — С. 68.

3. Трефилов Б. А. Фуллерены — Основа материалов будущего / Б. А. Трефилов, Д. В. Щур, Б. П. Тарасов и др. // К.: Адеф-Украина, 2001. — 147 с.
4. Яковлев С. В. Очистка сточных вод предприятий химико-фармацевтической промышленности / С. В. Яковлев, Т. А. Карюхина, С. А. Рыбаков и др. — М.: Стройиздат, 1985. — 250 с.
5. Солодовник Т. В. Сорбция растворимых красителей на хитинсодержащих материалах / Т. В. Солодовник, В. И. Унрод // Химия и технология воды. — 2003. — Т. 25. — № 4. — С. 342–350.
6. Елецкий А. В. Фуллерены и структуры углерода / А. В. Елецкий, Б. М. Смирнов // Успехи физических наук, 1995. — Т. 165. — № 9. — с. 977–990.
7. Брагинский Л. Н. Перемешивание в жидких средах / Л. Н. Брагинский, В. И. Богачев, В. М. Барабаш — Ленинград: Химик, 1984. — 336 с.
8. Новоселов А. Г., Тишин В. Б., Дужий А. Б. Справочник по молекулярной диффузии в системах газ — жидкость и жидкость — жидкость. В кн.: Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. Ч. II. — СПб: НПО «Профессионал», 2006.

Пилипів Любомир Дмитрович

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри транспорту і зберігання нафти і газу

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Пыльшив Любомир Дмитриевич

кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры транспорта и хранения нефти и газа

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

Pylypiv Liubomyr

PhD in Technical Sciences, Associate Professor,

Associate Professor of the Department of

Oil and Gas Transportation and Storing

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПЛИВУ ТЕРМООБРОБКИ НАФТИ НА ГІДРАВЛІЧНІ ВТРАТИ В МАГІСТРАЛЬНОМУ НАФТОПРОВІДІ

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛИЯНИЯ ТЕРМООБРАБОТКИ НЕФТИ НА ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ В МАГИСТРАЛЬНОМ НЕФТЕПРОВОДЕ

EFFICIENCY ANALYSIS OF OIL THERMAL TREATMENT INFLUENCE ON HYDRAULIC LOSSES IN THE MAIN OIL PIPELINE

Анотація. Досліджено реологічні властивості високов'язкої долинської нафти до і після термообробки. Встановлено вплив термообробки неньютонівської нафти на гідрравлічні втрати в магістральному нафтопроводі.

Ключові слова: високов'язка нафта, термообробка, гідрравлічні втрати, магістральний нафтопровід.

Аннотация. Исследованы реологические свойства высоковязкой долинской нефти до и после термообработки. Установлено влияние термообработки неньютоновской нефти на гидравлические потери магистрального нефтепровода.

Ключевые слова: высоковязкая нефть, термообработка, гидравлические потери, магистральный нефтепровод.

Summary. The rheological properties of high viscosity oil before and after heat treatment are investigated. The influence of thermal treatment of non-Newtonian oil on hydraulic losses in the main oil pipeline is determined.

Key words: high-viscosity oil, thermal treatment, hydraulic losses, main oil pipeline.

Критеріями енергетичної безпеки України є наявність власної енергосировинної бази та ефективна нафтогазопереробна промисловість. Тенденції останніх років на ринку енергоносіїв спонукають до пошуку нових родовищ нафти і газу та інтенсифікації видобування з уже існуючих. Не дивлячись на те, що існують родовища з невисокими показниками рентабельності, в сучасних умовах їх експлуатація є вкрай необхідною з міркувань забезпечення максимальної енергонезалежності держави. Серед таких можна відзначити Долинське родовище, видобування високов'язких нафт на якому характеризується значними енергозатратами. Реологічні параметри долинської на-

фти характеризуються вираженими аномальними властивостями, що створюють значні труднощі як в процесі видобування, так і особливо в процесі підготовки до транспортування і під час самого транспортування магістральними трубопроводами. Здатність такої нафти утворювати за температур перекачування міцну кристалічну парафінову решітку спричиняє наявність аномально високих показників в'язкості, температури застигання та інших реологічних параметрів.

З метою замикання виробничого циклу нафтопереробки в Івано-Франківській області для постачання сировини на НПК «Нафтохімік Прикарпаття» був побудований магістральний нафтопровід Долина —

Надвірна з технологією гарячого перекачування. Оскільки температура підігріву повинна бути вище температури плавлення парафінів, тобто не менше 55–60 °С [2], енергетичні затрати на транспортування такої нафти є значними. Підігрів нафти необхідний для покращення транспортабельних властивостей нафти, для зменшення гідравлічних втрат за рахунок зниження в'язкості транспортованого продукту. Однак висока вартість енергоносіїв мотивувала науковців та інженерів до пошуку інших, менш затратних технологій покращення транспортабельних властивостей нафт з вираженими аномальними реологічними властивостями. Серед таких окремо слід відзначити термообробку [1], суть якої зводиться попереднього підігріву нафти перед закачуванням в магістральний нафтопровід, витримування певний період часу за температури підігріву та подальшим охолодженням з певною швидкістю. Великий вплив на реологічні властивості нафт при термообробці має темп охолодження [3; 4]. Для кожної нафти існує певний темп охолодження, за якого температура застигання, ефективна в'язкість і статичне напруження зсуву є мінімальними. Швидкість охолодження нафти впливає на процес росту кристалів парафіну. При оптимальному темпі охолодження утворюються великі кристали парафіну, зібрані в групи, які

нерівномірно розкидані по всьому об'єму нафти [1]. При зберіганні вони випадають в осад. Нафта, що не піддавалася термообробці або термооброблена, але охолоджена не при оптимальній швидкості, має дрібні кристали парафіну. Вони рівномірно розподіляються по всьому об'єму нафти і, з'єднуючись між собою, утворюють міцну структурну решітку, в осередках якої розташовується рідка нафта [1].

Для оцінювання впливу термообробки на транспортабельні властивості нафти проведено теплогідравлічний розрахунок магістрального нафтопроводу Долина — Надвірна до і після покращення. За основу для проведення розрахунку взяті результати експериментальних досліджень реологічних властивостей долинської нафти, що піддавалася впливу термообробки [1]. Теплогідравлічний розрахунок проводився для трьох різних швидкостей охолодження 10, 20 і 30 °С/год та температурі підігріву 60 °С. Приклад отриманих результатів розрахунку наведений в таблиці 1.

Використовуючи отримані результати розрахунку, побудовано графічні залежності гідравлічних втрат в нафтопроводі Долина-Надвірна при перекачуванні високов'язкої долинської нафти до термообробки та після термообробки з різними швидкостями охолодження (рис. 1).

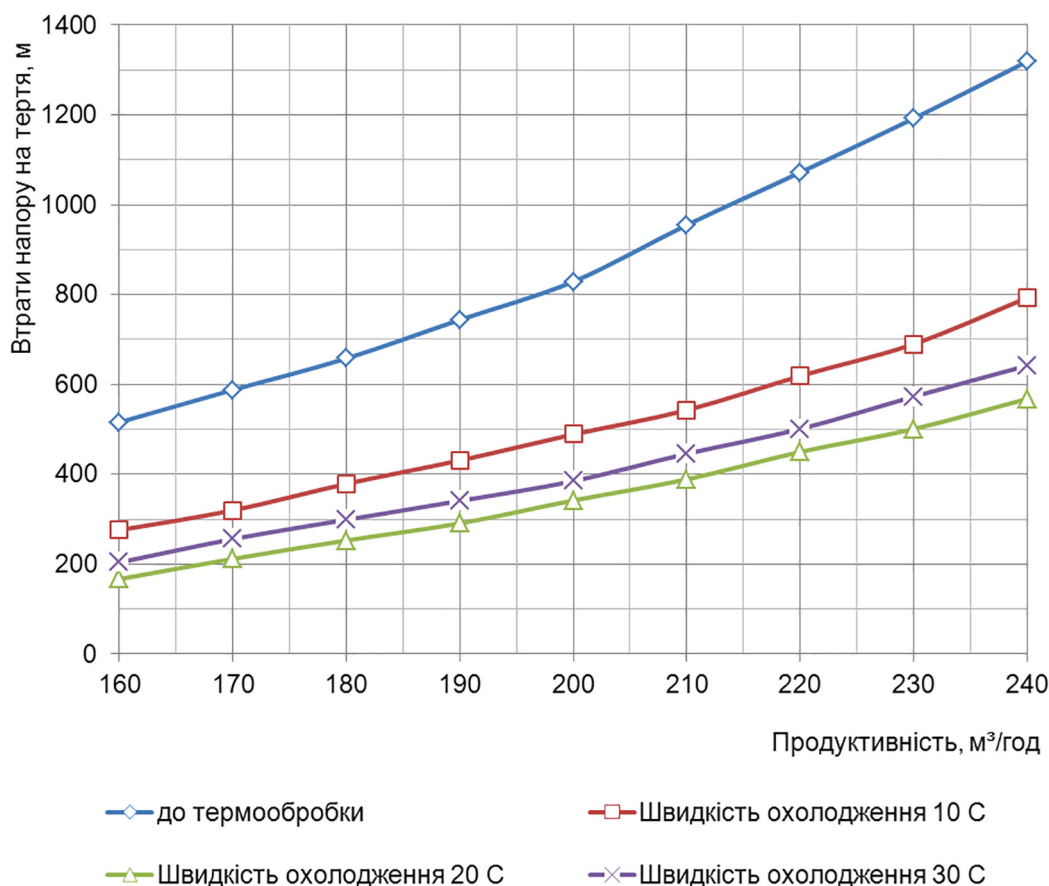


Рис. 1. Гідравлічна характеристика нафтопроводу Долина-Надвірна при перекачуванні долинської нафти до термообробки та після термообробки із різними швидкостями охолодження

Таблиця 1

Результати теплогідравлічного розрахунку нафтопроводу Долина–Надвірна при перекачуванні долинської нафти із частково зруйнованою структурою після термообробки (температура нагріву 60 °С, швидкість охолодження 20 °С/год)

Подача насоса, м ³ /год	Загальні втрати напору, м	Напір НПС, м	Допустимий напір на виході НПС, м	ККД НПС	Споживана потужність станції, кВт
160	150	526	274	0,628	476
170	217	507	274	0,641	495
180	253	486	274	0,651	511
190	291	465	274	0,657	526
200	328	442	274	0,661	538
210	367	418	274	0,662	547
220	452	393	274	0,659	554
230	497	367	274	0,653	559
240	568	339	24	0,644	561

Втрати напору на тертя обумовлені гідравлічними втратами в трубопроводі. Для гідродинаміки потоків — це визначальний параметр, який характеризує енергетичні втрати в трубопроводі. Основним шляхом зменшення загальних енергозатрат на перекачування нафти є зниження гідравлічних втрат, що для високов'язких нафт можливе тільки разом з покращенням їх транспортабельних властивостей.

Аналізуючи отримані результати теплогідравлічного розрахунку магістрального нафтопроводу, встановлено, що термообробка є досить ефективним методом зменшення показників реологічних пара-

метрів нафти з вираженими аномальними властивостями, а отже енергетичних втрат в трубопроводі. Найбільшого зниження енергетичних втрат можна досягти при швидкості охолодження 20 °С/год, що відповідає умовам максимального покращення транспортабельних властивостей долинської нафти методом термообробки. Даний метод може бути застосований для транспортування долинської нафти нафтопроводом Долина-Надвірна. Проте його використання потребує розробки спеціальних установок для охолодження нафти із заданою швидкістю.

Література

1. Пилипів Л. Д. Дослідження впливу термообробки високов'язкої долинської нафти на її реологічні та транспортабельні властивості / Нафтогазова галузь України. — 2015. — № 1 (13). — С. 18–20.
2. Пилипів Л. Д. Особливості будови твердих вуглеводнів та їх вплив на рух нафти трубопроводами / Нафтогазова енергетика. — 2013. — № 1 (19). — С. 60–67.
3. Тугунов П. И., Новоселов В. Ф. Транспортирование вязких нефтей и нефтепродуктов по трубопроводам. М.: Недра, 1973. — 89 с.
4. Коршак А. А. Специальные методы перекачки: Конспект лекций. — Уфа: Фонд содействия развитию научных исследований, 2000. — 211 с.

Сильчук Тетяна Анатоліївна

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри готельно-ресторанної справи
Національний університет харчових технологій*

Сильчук Татьяна Анатольевна

*кандидат технических наук,
доцент кафедры гостинично-ресторанного дела
Национальный университет пищевых технологий*

Sylchuk Tetiana

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
National University of Food Technologies*

Дочинець Інґа Вікторівна

*асистент кафедри готельно-ресторанної справи
Національний університет харчових технологій*

Дочинец Инга Викторовна

*ассистент кафедры гостинично-ресторанного дела
Национальный университет пищевых технологий*

Dochynets Inha

*Assistant
National University of Food Technologies*

Юрченко Ольга Володимирівна

*студент
Національного університету харчових технологій*

Юрченко Ольга Владимировна

*студент
Национального университета пищевых технологий*

Yurchenko Olha

*Student of the
National University of Food Technologies*

РОЗРОБЛЕННЯ СМУЗИ ГЕРОДІЄТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

РАЗРАБОТКА СМУЗИ ГЕРОДИЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

DEVELOPMENT SMOOTHIE OF GERODIETETICAL APPOINTMENT

Анотація. Значна частина населення – літні люди, які потребують особливостей в обслуговуванні, лікуванні, профілактиці різної вікзалежної патології, у тому числі і в організації раціонального харчування, яке істотно впливає на весь організм людини, на тривалість її життя, профілактику та лікування патологій старості. Наведено розроблення геродієтичного смузі, який збагачений харчовими волокнами, на основі використання насіння льону, м'якоти гарбуза та плодів обліпихи.

Ключові слова: геродієтичне харчування, смузі, харчові волокна.

Анотация. Значительная часть населения – пожилые люди, которые нуждаются в особенностях в обслуживании, лечении, профилактике различных возрастных патологий, в том числе и в организации рационального питания, которое существенно влияет на весь организм человека, на продолжительность ее жизни, профилактику и лечение патологий старости. Приведены разработки геродиетического смузи, который обогащен пищевыми волокнами, на основе использования семян льна, мякоти тыквы и плодов облепихи.

Ключевые слова: геродиетическое питание, смузи, пищевые волокна.

Summary. A significant part of the population is elderly people who need special features in the maintenance, treatment, prevention of various age pathologies, including in the organization of rational nutrition, which significantly affects the entire human body, the duration of her life, prevention and treatment of old age pathologies. The article presents the development of the gerodietetical smoothie, enriched with alimentary fibers, based on the use of flax seeds, pumpkin pulp and sea buckthorn fruit.

Key words: gerodietetics, smoothies, alimentary fiber.

Вступ. Останнім часом проблема якісного складу харчування одна з найбільш актуальних. Вимоги в раціональному харчуванні людей літнього віку виносять завдання по створенню та збільшенню асортименту продуктів нутрієнтно-адекватної специфіки їх харчування з огляду на найбільш розповсюджені патології. Своєчасна організація геродієтичного харчування може зменшити кількість поширених захворювань людей похилого віку.

Станом на 2017 рік в Україні налічується 9,5 млн громадян віком понад 60 років — це близько 22,5 % населення. І це є проблемою як для держави, так і для суспільства в цілому. За прогнозами рейтингу Global AgeWatch Index 2015, відсоток літніх людей відносно інших вікових категорій у 2050 році зросте до 31,5 % [1, с. 21, 25]. В Україні це пояснюється насамперед зниженням народжуваності та скороченням загальної чисельності населення в переважній більшості регіонів. Це означає, що значна частина населення потребує і буде потребувати особливостей в лікуванні, обслуговуванні, у тому числі і в організації раціонального харчування, яке впливає на організм людини, на тривалість її життя, профілактику та лікування патологій старості.

Із розвитком геронтології отримала розвиток така наука, як геродієтика — наука, яка вивчає характер харчування осіб літнього віку і розробляє основи раціонального харчування і методи його організації для цієї групи населення [2, с. 233].

Метою та завданням статті є створення нової технології напою функціонального призначення, що має геродієтичне спрямування для людей похилого віку.

У відповідність із сучасною тенденцією розвитку продовольчого ринку всі напої повинні не тільки виконувати свою основну функцію — втамувати спрагу, але й бути корисними для здоров'я. За останні 10 років споживання функціональних напоїв подвоїлось. Світовий ринок функціональних напоїв

практично розділили між собою 8 країн з найбільшим споживанням, що зображено на рис. 1:

У світовій практиці «функціональними» вважаються напої, які характеризуються додатковою корисністю, тобто містять різні корисні для організму компоненти 15–50 % від добової норми. Вони проявляють підтримуючу дію [4, с. 355].

Збагачений напій буде мати профілактичну дію. Він входить до нейроцевтичної групи напоїв. Нейроцевтичну групу складають напої, які включають специфічні натуральні компоненти, які сприяють підвищенню резистентності організму до дії несприятливих чинників навколишнього середовища. До серії нейроцевтичних відносять дієтичні напої, створені для людей з порушеннями вуглеводного обміну таких, що страждають на цукровий діабет, ожиріння.

Оскільки зростає попит на напої, що містять багату речовину, якими можна втамувати голод з користю для організму, для збагачення було обрано напої до сніданку (напої-сніданки або смузі) з додаванням йогуртової, фруктової частин, харчових волокон і вітамінів.

Принципи геродієтики. Харчування є складним фізіолого-біохімічним процесом утилізації суміші різних речовин і перетворення їх в структурні елементи тіла і енергію, необхідну для здійснення фізіологічних функцій. Відмінності в харчуванні впливають на процеси генерації енергії в клітині, біосинтез білка, структуру і функції клітинних і внутрішньоклітинних мембран, активність ферментних систем і внутрішнє середовище організму, на процеси нейрогуморальної регуляції і т.д. В залежності від кількісних і якісних особливостей харчування суттєво змінюються біохімічні показники обміну речовин, функціональна активність різних органів і систем. Тому харчування розглядається, як активний лікувально-профілактичний вплив на організм.

Основні принципи геродієтики [4]:

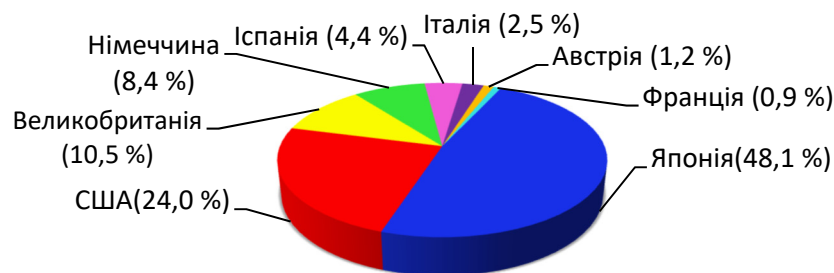


Рис. 1. Світовий ринок функціональних напоїв

Таблиця 1

Характеристика сировинного складу смузі

№	Сировина	Характеристика
1	2	3
1	Гарбуз	Використовують у лікувально-профілактичному харчуванні для оздоровлення кишечника, у разі ожиріння, захворювання нирок, печінки, серцево-судинної системи, гіпертонії, атеросклерозу, холециститів, колітів, діабеті і порушенні обміну речовин
2	Обліпіха	Джерело багатьох вітамінів та мікроелементів, калорійність даних ягід дуже низька, що важливо для тих хто страждає на зайву вагу
3	Яблука	Використовуються як структуро-утворювальний продукт, який сприятливо впливає на нервову систему людини
4	Йогурт	Джерело лактози, споживання йогурту позитивно впливає на травлення, корисний для кісток і суглобів, покращує стан судин
5	Олія зародків пшениці	Унікальний концентрат вітамінів, мінералів та біологічно активних речовин, слугує джерелом ПНЖК ω-3, бере участь у багатьох обмінних процесах

- 1) Енергетична збалансованість харчування з фактичними енерговитратами старіючого організму;
- 2) Лікувально-профілактична спрямованість харчування;
- 3) У старості дієта повинна бути в основному молочно-рослинною;
- 4) Відповідність хімічного складу їжі віковим змінам обміну речовин і функцій при старінні;
- 5) Збалансованість раціону по незамінних чинників харчування;
- 6) Збагачення їжі аліментарними геропротектори;
- 7) Режим харчування.

Розроблення та характеристика сировинного складу смузі. З позиції системного підходу, проектування технології смузі геродієтичного призначення відбувається відповідно до рекомендацій нутриціологів. Для приготування смузі було використано сировину представлену в таблиці 1.

Для збагачення смузі був обраний нутрієнт: харчові волокна. Який в свою чергу позитивно впливає на травлення, покращує перистальтику кишечника, зменшує вміст холестерину, знижує рівень глюкози в крові, добре впливає на чутливість до інсуліну.

Джерелом харчових волокон для напою функціонального призначення, було обрано насіння льону. Вміст харчових волокон в 100 г насіння 27,3 г.

Розроблення технології приготування напою «Гарбузово-обліпіхове смузі».

Технологія приготування: Ягоди обліпіхи помити, висушити, збити до однорідної маси. Гарбуз помити очистити від шкірки та від насіння; яблука помити, очистити від шкірки та від серцевини, гарбуз та яблука нарізати великим кубиком, розміром 2,5x2,5см, додати лимонний сік, перемішати. Тушити з додаванням води протягом 20 хв., при температурі 80–100 °С. Охолодити, взбити до одно-

Таблиця 2

Технологічна карта на напій «Гарбузово-обліпіхове смузі»

№	Сировина	Маса сировини, г				Нормативні документи
		1 порція		4 порції		
		б	н	б	н	
1	2	3	4	5	6	7
Напій до збагачення						
1	Гарбуз	190	100	760	400	ДСТУ 3190-95
2	Обліпіха ягоди	63	60	252	240	ДСТУ 4837:2007
3	Яблука свіжі	79	53	316	212	ДСТУ 8133:2015
4	Йогурт	40	40	160	160	ДСТУ 4343:2004
5	Лимонний сік	7	7	28	28	ДСТУ 4283.1:2007
6	Олія зародків пшениці	5	5	20	20	ТУ У 15.8–32062796–001:2007
7	Вода питна	50	50	200	200	ДСТУ 7525:2014
Сировина для збагачення						
8	Насіння льону	12	12	48	48	ДСТУ 4967:2008
Вихід		260		1040		

рідної маси. Додати обліпихову масу, олію зародків пшениці та йогурт.

Для збагачення напою потрібно: залити йогуртом насіння льону на 20хв для набрякання. Додати набрякле насіння до основної маси. Перемішати до однорідної консистенції та розлити по порційним стаканам.

Перед приготуванням геродієтичного смузі був проведений аналіз хімічного складу «Гарбузово-обліпиховий смузі» на вміст харчових волокон до збагачення, який наведений в табл. 3 [5].

Таблиця 3

Вміст харчових волокон у напої до збагачення

Сировина	Маса нетто, г	Харчові волокна	
		100 г	Вихід
1	2	3	4
Гарбуз	100	2,0	2,0
Обліпиха ягоди	60	2,0	1,2
Яблука	53	1,8	0,954
Йогурт	40	-	-
Лимонний сік	7	-	-
Олія зародків пшениці	5	-	-
Вода питна	50	-	-
Вихід	260		4,154

Відповідно до таблиці, вміст харчових волокон в напої до збагачення становить 4,154 г, що складає 16,6 % від добової потреби для організму. Добова потреба вживання харчових волокон — 25 г.

Вміст харчових волокон на 100 г насіння льону — 27,3 г. Напій збагачений насінням льону буде містити 30 % харчових волокон від добової потреби. Для збагачення необхідно додати 12 г насіння льону. На 100 г напою потрібно 4,4 г насіння льону.

Розрахунок енергетичної цінності напою до збагачення харчовими волокнами:

Енергетична цінність напою до збагачення:

$EЦ = 4 \cdot 3,709 + 9 \cdot 9,142 + 4 \cdot 21,69 = 183,874$ ккал на 260 г напою

ЕЦ на 100г напою становить 70,720 ккал

Енергетична цінність напою після збагачення:

$EЦ = 4 \cdot 5,903 + 9 \cdot 14,201 + 4 \cdot 25,155 = 252,041$ ккал на 270 г напою

ЕЦ на 100 г напою становить 93,348 ккал. Калорійність напою після збагачення зросла на 22,628 ккал.

З розрахунків можна побачити, що при збагаченні «Гарбузово-обліпиховий смузі» насінням льону калорійність напою зростає на 22,6ккал.

Висновки. Розроблений напій характеризуються високими органолептичними показниками, не містить цукру, поєднує в собі унікальний нутрієнтний склад рослинної сировини, має низьку калорійність, містять підвищену кількість харчових волокон, що позитивно впливає на організм. Також містить сировину яка має геропротекторну дію. У даний час відомо більше 20 речовин, що одержали назву геропротекторів, які можуть збільшувати тривалість життя. Геропротектори, які містяться в напої: ПНЖК груп ω -3, ω -6, ω -9 (олія зародків пшениці), харчові волокна(гарбуз, яблука, обліпиха), вітаміни тощо. Це дає змогу стверджувати, що даний напій є продуктом функціонального призначення для людей похилого віку.

Перспективами подальших досліджень у цьому напрямку є уточнення характеру фізіологічного впливу напою за розробленою технологією шляхом проведення клінічних та медико-біологічних досліджень.

Таблиця 4

Розрахунок енергетичної цінності напою до та після збагачення «Гарбузово-обліпиховий смузі»

Сировина	Маса нетто, г	Білки		Жири		Вуглеводи	
		100 г	Вихід, г	100 г	Вихід, г	100 г	Вихід, г
1	2	3	4	5	6	7	8
До збагачення							
Гарбуз	100	1,0	1	0,1	0,1	4,4	4,4
Обліпиха ягоди	60	1,2	0,72	5,4	3,24	5,7	3,42
Яблука	53	0,4	0,212	0,4	0,212	9,8	5,194
Йогурт	40	4,1	1,64	1,5	0,6	5,9	2,36
Лимонний сік	7	1,97	0,1379	-	-	90,23	6,316
Олія зародків пшениці	5	-	-	99,8	4,99	-	-
Вода питна	50	-	-	-	-	-	-
Всього до збагачення:	260		3,709		9,142		21,69
Після збагачення							
Насіння льону	12	18,29	2,194	42,16	5,059	28,88	3,465
Всього після збагачення:	270		5,903		14,201		25,155

Література

1. Global AgeWatch Index 2015: Insight report, Published by HelpAge International, PO Box 70156, London WC1A 9GB, UK, Registered charity no. 288180 Copyright © HelpAge International, 2015, ISBN 978-1-910743-00-3.
2. Бусел В. Т. Великий тлумачний словник сучасної української мови, Київ, м. Ірпінь: Перун, 2005. — 1728 с. — ISBN966-569-013-2.
3. Сирохман І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. С 40 пос. [для студ. вищ. навч. закл.] / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня. — К.: Центр учбової літератури, 2009. — 544 с. — ISBN 978-966-364-803-3.
4. Гериатрия: Учеб. пособие / Д. Ф. Чеботарев, В. В. Фролькис, О. В. Коркушко и др.; Под ред. Д. Ф. Чеботарева. — М.: Медицина, 1990. — 240 с.: (Учеб. лит. Для студ. мед. ин-тов), ISBN 5-225-00836-4.
5. Скуріхін І. М. Хімічний склад російських харчових продуктів: Довідник / Під ред. член-корр. МАІ, проф. І. М. Скуріхіна і академіка РАМН, проф. В. А. Тутеляна. — Х46 М.: ДеЛіпринт, 2002. — 236с. ISBN 5-94343-028-8.

Дідоборець Олександр Йосипович

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри вищої математики та фізики
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Дедоборець Олександр Йосифович

кандидат физико-математических наук, доцент,
доцент кафедры высшей математики и физики
Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет

Dedoborez Oleksandr

Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor,
Associate Professor the Department of Higher Mathematics and Physics
Dnipro State Agrarian and Economic University

Клецьков Олександр Миколайович

асистент кафедри вищої математики та фізики
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Клецьков Александр Николаевич

ассистент кафедры высшей математики и физики
Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет

Kletsikov Oleksandr

Assistant of Department of Higher Mathematics and Physics
Dnipro State Agrarian and Economic University

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ В РОЗПЛАВАХ МЕТАЛІВ З КРИСТАЛІЧНОЮ ГРАТКОЮ ТИПУ ГЦК

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КЛАСТЕРИЗАЦИИ В РАСПЛАВАХ МЕТАЛЛОВ С КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКОЙ ТИПА ГЦК

DESIGN OF PROCESS OF CLUSTERIZATION IN FUSIONS OF METALS WITH CRYSTALLINE GRATE AS FCC

Анотація. Метою роботи є розробка комп'ютерної програми моделювання кластерної структури розплавів простих металів з кристалічною решіткою гранецентрованою кубічною (ГЦК) для зіставлення з експериментальними даними рентгенодифракційного аналізу. Для цього розроблені методи:

1. Розрахунок координаційних чисел по кластеру для їх наступного усереднювання за зразком і зіставлення (апроксимації) з експериментальною радіальною функцією розподілу атомів (РФРА). При цьому вибір форми кластера здійснювався відповідно до принципу Кюри-Вульфа і Браве – про мінімум поверхневої енергії кристала, що знаходиться в рівновазі зі своєю рідиною, і тим, що кристал обмежується атомними площинами з максимальною щільністю атомів. Для ГЦК ґратки їм відповідають кластери у формі: октаедра, тетраедра, ромбоедра, причому першій з названих відповідає найбільше відношення об'єму до площі поверхні, тобто вона є найбільш вірогідною.

2. Для вказаних вище форм кластерів були визначені дискретні функції форми і їх безперервні аналоги в різних напрямках трансляції.

3. По отриманим функціям були визначені Фур'є-образи (інтенсивності) для опису профілів дифракційних піків для випадку октаедра. Використанням отриманих залежностей розроблена комп'ютерна програма моделювання кластерної структури, яка полягала в апроксимації експериментальних даних рентгенодифракційних досліджень розплавів міді теоретичною моделлю. Результатами апроксимації є: визначення середнього значення координаційного числа, середньої міжатомної відстані, оптимального розміру кластера, середньої відстані між кластерами. Отримані дані для міді при температурі 1393К мають наступні значення: середня міжатомна відстань – 6,677 Å, оптимальний розмір кластера – 18,597 Å, середнє координаційне число – 0,962, середня відстань між кластерами – 0,474 Å.

Ключові слова: координаційні числа, оптимальний розмір кластера.

Анотація. Целью роботи является разработка компьютерной программы моделирования кластерной структуры расплавов простых металлов с кристаллической решеткой гранецентрированной кубической (ГЦК) для сопоставления с экспериментальными данными рентгенодифракционного анализа. Для этого разработанные методы:

1. Расчет координационных чисел по кластеру для их последующего усреднения по образцу и сопоставление (аппроксимации) с экспериментальной радиальной функцией распределения атомов (РФРА). При этом выбор формы кластера осуществлялся в соответствии с принципом Кюри-Вульфа и Бравэ – о минимуме поверхностной энергии кристалла, который находится в равновесии со своей жидкостью, и тем, что кристалл ограничивается атомными плоскостями с максимальной плотностью атомов. Для ГЦК решетки им отвечают кластеры в форме: октаэдра, тетраэдра, ромбоэдра, причем первой из названных отвечает наибольшее отношение объема к площади поверхности, то есть она является наиболее достоверной.

2. Для указанных выше форм кластеров были определены дискретные функции формы и их непрерывные аналоги в разных направлениях трансляций.

3. По полученным функциям были определенные Фурье-обиды (интенсивности) для описания профилей дифракционных пиков для случая октаэдра. Использование полученных зависимостей разработана компьютерная программа моделирования кластерной структуры, которая заключалась в аппроксимации экспериментальных данных рентгенодифракционных исследований расплавов меди теоретической моделью. Результатами аппроксимации являются: определение среднего значения координационного числа, среднего межатомного расстояния, оптимального размера кластера, среднего расстояния между кластерами. Полученные данные для меди при температуре 1393К имеют следующие значения: среднее межатомное расстояние – 6,677 Å, оптимальный размер кластера – 18,597 Å, среднее координационное число – 0,962, среднее расстояние между кластерами – 0,474 Å.

Ключевые слова: координационные числа, оптимальный размер кластера.

Summary. The purpose of work is development of the computer program of design of cluster structure of fusions of simple metals with the crystalline grate of played centered cubic (PCC) for comparison with experimental data of X – raying. For this purpose methods are worked out:

1. Calculation of coordination numbers on a cluster for their subsequent middling according to sample and comparison (approximations) with the experimental radial function of distribution of atoms (RFDA). Thus the choice of form of cluster was carried out in accordance with principle of Curie-Woulf and Brave – about a minimum of superficial energy of crystal, being in an equilibrium with the liquid, and that a crystal is limited to the atomic planes with the maximal closeness of atoms. For PCC of grate clusters correspond them in a form: oktaedrons, tetrahedrons, romboedrons, moreover first from named corresponds most ratio of volume toward the area of surface, i.e. she is most credible.

2. For the forms of clusters indicated higher the discrete functions of form and their continuous analogues were certain in different directions of translations.

3. To the finding functions were certain Fourier- characters (intensities) for description of types of diffraction peaks for the case of oktaedrons. The use of finding dependences is work out the computer program of design of cluster structure, which consisted in approximation of experimental data of X – raying researches of fusions of alkaline metals a theoretical model. The results of approximation it is been: determination of mean value of coordination number, middle interatomic distance, optimal clustersize, middle distance between clusters. Calculations is executed for many alkaline metals in the wide interval of temperatures. Data for a copper at the temperature of 1393K have next values: middle interatomic distance – 6,677 Å, optimal clustersize – 18,597 Å, middle coordination number – 0,962, middle c distance between clusters – 0,474 Å.

Key word: coordinating numbers, optimal clustersize.

Постановка проблеми. Велика швидкість кристалізації металів є одним із свідчень кластерної структури розплавів простих металів, що зумовлює необхідність інтерпретації даних дифракційних досліджень на основі кластерної моделі структури рідин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Структурний аналіз розплавів простих металів у рамках кластерної моделі є предметом дослідження багатьох авторів, у тому числі [1; 2; 3; 4].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою роботи є розробка комп'ютерної програми моделювання кластерної структури розплавів простих металів з кристалічною решіткою гранецентрованою кубічною (ГЦК) для зіставлення з ек-

спериментальними даними рентгенодифракційного аналізу.

Виклад основного матеріалу. Інтерпретація даних дифракційних досліджень на основі кластерної моделі структури рідин потребує виконання комплексу розрахункових завдань — від вибору форми кластера до встановлення зв'язку між параметрами моделі і даними дифракційного аналізу. Процес моделювання здійснювався за схемою використаною у роботі [1] для кластерів зі структурами об'ємноцентрованої кубічної (ОЦК) ґратки. Відповідні розрахунки відображені у даній роботі для кластерів зі структурами гранецентрованої кубічної (ГЦК) ґратки.

Вибір форми кластеру визначався у відповідності з принципами Кюри-Вульфа про мінімум поверхневої

енергії кристалу, що знаходиться у рівновазі зі своєю рідиною та відповідаючому принципу Браве, згідно з яким кристал обмежується атомними площинами з максимальною густиною атомів.

У ГЦК гратці такими є атомні площини {110}, з яких можуть бути побудовані кластери у формі: октаедра, тетраедра, ромбоедра. Причому перший із названих відповідає найбільшим відношенням об'єму до площі поверхні, тобто є найбільш ймовірним.

При інтерпретації даної радіальної функції розподілу атомів (РФРА) в рамках кластерної моделі необхідно визначити методи розрахунку координаційних чисел по кластеру для їх наступного усереднення по зразку та співставлення (апроксимації) з експериментальною РФРА. На відміну від нескінченного ідеального кристалу координаційне число атому, що відповідає k -ій координаційній сфері, залежить від його положення, тому необхідно розрахувати середнє координаційне число по кластеру для кожної координації. Очевидно, що це можливо наступним шляхом:

$$(1) \quad Z_k = \sum_i N_{ki} Z_{ki} / N(v),$$

де N_{ki} — число атомів, які мають координаційне число Z_{ki} по кожній координаційній сфері, $N(v)$ — число атомів у кластері, в ребрі якого v -атомів.

У загальному випадку число атомів у кластері виражається кубічною залежністю від v :

$$(2) \quad N(v) = \alpha v^3 + \beta v^2 + \gamma v + c,$$

де α, β, γ, c визначається для кожної з форм кластерів. Числа:

$$(3) \quad Q_k(v) = \sum Z_{ki} N_{ki}(v),$$

також можуть бути представлені аналогічною залежністю

$$(4) \quad Q_k(v) = Z_{k\infty} (\alpha_k v^3 + \beta_k v^2 + \gamma_k v + \delta_k).$$

Але, якщо у першому випадку, параметри визначаються відносно просто, то для знаходження $\alpha_k, \beta_k, \gamma_k, \delta_k$ необхідно визначити значення $Q_k(v)$ для різного числа атомів у ребрі кластера (v) по усім координаційним сферам, які використані у розрахунках. Для цього було створено алгоритм обчислення їх за допомогою ЕОМ та після їх визначення поставлена задача могла бути розв'язана для усіх використаних форм кластерів.

Як відомо, при розгляді дифракції на обмеженому об'єкті у структурному факторі доцільно використовувати функцію форми $V(x_p)$ [2].

$$(5) \quad a(S) = \sum_{-\infty}^{+\infty} V(x_p) \exp(iSx_p),$$

де x_p — радіус-вектор, який з'єднує деякий довільно вибраний центральний атом з P -им атомом, S — фактор розсієння. Функція форми

$$(6) \quad V(x_p) = \frac{1}{N} \sum_{m=-\infty}^{+\infty} \sigma(x_m) \sigma(x_{m \pm p}),$$

де $\sigma(x_{m \pm p})$ — функція Евальда;

$$\sigma(x_{m \pm p}) = \begin{cases} 1, & x_{mp} \in V \\ 0, & x_{mp} \notin V \end{cases},$$

де V — об'єм деякої обмеженої області.

Були знайдені дискретні форми $V(x_p)$ для об'єктів різної форми структури ГЦК для кластерів у вигляді октаедра і їх безперервні аналоги. Також безперервні функції форми знайдені для усіх форм кластерів структури ГЦК. Для них не складає труднощів і знаходження Фур'є-образів, для описання профілей дифракційних піків (для випадку октаедра)

$$(7) \quad i(S) = \frac{1}{d} \int_{-L}^L V(x) e^{iS_0 x} dx = 3 - \cos \alpha - 2\alpha^2 \sin \alpha,$$

де $\alpha = S \cdot L$, d — міжплощинна відстань.

У яких враховувалась і характерний розмір кластера L по нормалі до сімейства відбиваючих площин, а також, врахована кратність різних трансляцій.

Програма моделювання здійснювалась за такою схемою:

1. Введення експериментального структурного фактора $a(S)$, де S -модуль зміни хвильового вектора при розсіянні. Запропонована процедура демонструється на прикладі дифракційних досліджень $a(S)$ розплаву міді при $T=1393K$ [3].

2. Розрахунок РФРА за профілем дифракційного піку. При цьому використовувався метод аподизації [4; 5], який дозволяє зменшити осцилюючу компоненту, пов'язану з похибкою вимірювань та наявністю верхньої межі величини зміни хвильового вектора.

$$(8) \quad G(r) = (4\pi\tau)^{-1/2} \int_{-\infty}^{\infty} 4\pi x \rho(x) \exp\left(-\frac{(r-x)^2}{4\tau}\right) dx =, \\ = 4\pi r \rho_0 + \frac{2}{\pi} \int_0^{S_m} S [a(S) - 1] e^{-\tau S^2} \sin S r dr$$

де τ — константа аподизації, $\rho(x)$ — локальна атомна густина. Причому

$$4\pi r \rho(r) = \sum_k \frac{z_k}{r_k \sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(r-r_k)^2}{2\sigma^2}\right).$$

У правій частині рівняння $G_{ексн}$ може бути знайдена мінімізацією квадратичної форми

$$(9) \quad Q = \int_{r_1}^{r_2} \{G(r) - G_e(r)\}^2 dr.$$

3. Отримувалась система нормальних трансцендентних рівнянь, яка розв'язувалась методом градієнтного спуску.

Задавались вихідні значення параметрів z_k, r_k, σ_k виходячи з припущення про вид ближнього порядку відповідно положення дифракційного піку. σ_k — по швидкості поширення звуку та найближчим міжатомним відстаням. Вихідні z_k визначались оцінкою середніх розмірів впорядкованості в розплавах та по її формі. Вибираючи ту чи іншу форму області впорядкованості визначають такі значення її середніх розмірів, щоб відхилення теоретичного профілю дифракційного піку від експериментального було мінімальним.

4. Профіль апроксимувався виразом

$$(10) \quad i(S) = \frac{B}{d_{nk1}} \int_0^{\infty} g(L) dL \int_{-L}^L V\left(\frac{x}{L}\right) \cos Sx dx,$$

де модельна функція розподілу кластерів по розмірам

$$(11) \quad g(L) = AL^{\frac{3n}{2}} \exp(-\beta L^m).$$

Коефіцієнт A визначається з умови нормування

$$\int_0^{\infty} g(L) dL = 1,$$

$m = 2 - 3$ (найкращій апроксимації відповідає $m = 3, n = 1$).

Мінімізацією (9) визначаються z_k, r_k, σ_k — уточнені значення для 30 координаційних сфер.

5. Результатом апроксимації є визначення середнього значення координаційного числа, середньої міжатомної відстані, оптимального розміру кластера.

Розроблена комп'ютерна програма забезпечувала точність апроксимації 0,05 %. Для приведеного об'єкту [2] отримано: середня міжатомна відстань — 6,677 Å, оптимальний розмір кластера — 18,597 Å, середнє координаційне число — 0,962, середня відстань між кластерами — 0,474 Å.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальшого розвитку у даному напрямі. Розроблена комп'ютерна програма забезпечувала точність апроксимації 0,05 %. Для приведеного об'єкту [2] отримано: середня міжатомна відстань — 6,677 Å, оптимальний розмір кластера — 18,597 Å, середнє координаційне число — 0,962, середня відстань між кластерами — 0,474 Å. Розроблена програма моделювання дозволяє провести дослідження змін структурних параметрів в широкому інтервалі температур. Якщо інтерпретувати теплоту кристалізації, як вивільнену сукупну поверхневу енергію кластерів, є можливість оцінити величину міжатомного потенціалу, що є окремою задачею.

Література

1. Дедоборець О. Й. Моделирование процесса кластеризации в расплавах металлов с кристаллической решеткой типа ОЦК. — International Scientific Journal «Internauka». — 2017. — Т. 1. — № 4(26). — С. 76–78.
2. Гинье А. Рентгенография кристаллов. Теория и практика: моногр. — М. 1961. — 500 с.
3. Elder O. Y., Etpresser E., Kunsch B., Stiller H. and Suda M. The Structure factor of liquid copper at 1393 K, 1833K. J. Phys. F. Metall Phys, 10(1980). P. 183.
4. Гуливец Н. И., Бобыль А. В., А. И. Дедоборець А. И., Пелешенко Б. И.. Функция распределения атомов макроскопических изотропных объектов в дифракционных исследованиях. Письма в ЖТФ 23(5) 1997, с. 21–26.
5. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач. Изд. «Наука», М. — 1979. — с. 288.

Мірошник Костянтин Артурович
магістрант кафедри передачі електричної енергії
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»

Мирошник Константин Артурович
магистрант кафедры передачи электрической энергии
Национального технического университета
«Харьковский политехнический институт»

Miroshnyk Kostiantyn
Master of the Department of Electric Power Transmission of the
National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»

DOI: 10.25313/2520-2057-2018-10-3884

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ВЗДОВЖ ГІРЛЯНДИ ІЗОЛЯТОРІВ ЛЕП НВН

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ВДОЛЬ ГИРЛЯНДЫ ИЗОЛЯТОРОВ ЛЭП СВН

RESEARCHING OF DISTRIBUTION OF PARAMETERS OF ELECTRIC FIELD ALONG THE GARLAND OF INSULATORS OF EHV TRANSMISSION LINES

Анотація. У статті запропоновано метод розрахунку розподілу напруженості електричного поля та падіння напруги вздовж гірлянди підвісних ізоляторів ЛЕП у програмному середовищі Mathcad.

Ключові слова: напруженість електричного поля, падіння напруги, програмне середовище Mathcad.

Аннотация. В статье предложен метод расчёта распределения напряжённости электрического поля и падения напряжения вдоль гирлянды подвесных изоляторов ЛЭП в программной среде Mathcad.

Ключевые слова: напряжённость электрического поля, падение напряжения, программная среда Mathcad.

Summary. The article describes the using of Mathcad software environment for the computation of distribution of the electric field and the voltage drop along the garland hanging insulators of transmission lines

Key words: electric field strength, voltage drop, Mathcad software environment.

Теоретичні відомості. Ізолююча підвіска дротів розташовується в сильно неоднорідному полі між дротом і траверсою (рис. 1). Ця обставина визначає нерівномірність розподілу напруги вздовж ізолюючої підвіски. Найбільш навантаженими в електричному відношенні виявляються частини ізолюючої підвіски, розташовані поблизу дротів в області найбільшої напруженості поля. По мірі віддалення від дроту напруженість поля зменшується, але при наближенні до траверси знову збільшується.

Розподіл напруженості поля вздовж стрижневих порцелянових і полімерних ізоляторів повністю визначається полем дроту і зчпної арматури відносно опори. Гірлянда з тарілчастих ізоляторів, прохідна ємність яких становить 70–100 пФ, спотворює поле дроту, вирівнюючи розподіл напруги

вздовж його осі. Цей вирівнюючий вплив гірлянди істотний при відносно невеликій її довжині, коли прохідна ємність гірлянди порівнянна з ємністю дроту відносно опори (близько 100–200 пФ залежно від конструкції дроту і розмірів опори). При великих довжинах гірлянд (більше 25 ізоляторів) їх прохідна ємність становить лише кілька відсотків ємності дроту на опору. Відповідно струм зміщення майже повністю визначається полем дроту, яке визначає також і розподіл напруги вздовж гірлянди. Ці міркування підтверджуються експериментальними даними (рис. 6). При відносно невеликому числі ізоляторів в гірляндах, що відповідає лініям класу 220–330 кВ, збільшення кількості ізоляторів ($n_{из}$) призводить до значного зменшення частки напруги на електрично найбільш навантажених ізоляторах,

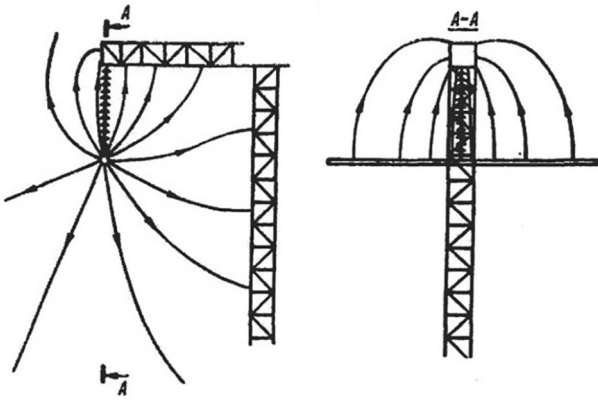


Рис. 1. Силлові лінії магнітного поля між проводом і опорою

що примикають до дроту. Однак при $n_{из} > 25$ відношення найбільшого падіння напруги на ізоляторі до напруги на гірлянді зберігається незмінним аж до дуже великих довжин гірлянд. Відповідно абсолютне значення найбільшого падіння напруги на ізоляторах гірлянди при $n_{из} > 25$ збільшується пропорційно номінальній напрузі лінії (рис. 7).

Розподіл напруги вздовж гірлянди може бути обчислено за розподілом потенціалу поля вздовж осі дроту гірлянди. В зоні розташування опори поле дроту суттєво відрізняється від плоскопаралельного. Тривимірне поле може бути проаналізоване шляхом розбиття дроту і опори на окремі ділянки з заданим потенціалом в результаті рішення системи рівнянь Максвелла з потенційними коефіцієнтами з числом невідомих зарядів, рівним числу ділянок дроту і опори. Потенціал в довільній точці на осі гірлянди знаходиться як сума потенціалів від усіх знайдених зарядів. Це рішення не складне, однак, не забезпечує можливості наочного представлення результату. Щоб наближено врахувати вплив опори на поле дроту вздовж осі підтримуючої гірлянди ізоляторів необхідно перетворити тривимірне поле в плоскопаралельне. Для цього скористаємося тим, що поле між двома зарядженими протяжними мимобіжними тілами на лінії найкоротшої відстані між ними з високим ступенем точності збігається з полем паралельних дротів, що знаходяться на тій самій відстані один від одного і над землею, як і в місці схрещування. Ця обставина дозволяє замінити реальне положення траверси і стійки опори (поперек дротів) на поздовжній: траверси — над дротом в місці кріплення підтримуючої гірлянди, стійки — на висоті розташування проводу $H_{ст} - H_{np}$. При цьому погонні заряди на дроті (q_{np}), траверсі (q_T), та стійці (q_{cm}) можуть бути визначені в результаті рішення системи трьох потенційних рівнянь:

$$\begin{cases} U_\phi = a_{11}q_{np} + a_{12}q_m + a_{13}q_{cm} \\ 0 = a_{21}q_{np} + a_{22}q_m + a_{23}q_{cm} \\ 0 = a_{31}q_{np} + a_{32}q_m + a_{33}q_{cm} \end{cases},$$

де власні потенційні коефіцієнти дроту, траверси і стійки та їх взаємні потенційні коефіцієнти обчислюються за формулами:

$$\begin{aligned} a_{11} &= \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{2H_{np}}{r_{np3}}; & a_{22} &= \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{2H_T}{r_{m3}}; \\ a_{33} &= \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{2H_{cm}}{r_{cm3}}, \\ a_{12} &= \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{H_{np} + H_m}{H_m - H_{np}}; & a_{13} &= \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \sqrt{1 + \left(\frac{2H_{np}}{l_{np,cm}}\right)^2}; \\ a_{23} &= \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \sqrt{\frac{(H_m + H_{np})^2 + l_{np,cm}^2}{(H_m - H_{np})^2 + l^2}}. \end{aligned}$$

Еквівалентний радіус дроту визначається за формулою, а для траверси і стійки — з умови рівності периметрів перерізів траверси і стійки довжині кіл: $\Pi = 2\pi r_{m,э}$; $\Pi = 2\pi r_{cm,э}$; $l_{np,ст}$ — відстань між осями дроту і стійки.

При розщепленні фазного дроту з урахуванням заряду на дроті і на траверсі падіння напруги на k -му ізоляторі гірлянди ($1 \leq k \leq n_{из}$):

$$\Delta U_k = \frac{q_{np}}{2\pi\epsilon_0} \ln \sqrt{\frac{r_p^2 + x_k^2}{r_p^2 - x_{k-1}^2}} - \frac{q_m}{2\pi\epsilon_0} \ln \sqrt{\frac{H_T + H_{np} + x_{k-1}}{H_T - H_{np} + x_k}}.$$

Оскільки визначальне практичне значення має найбільше падіння напруги на найближчому до дроту ізоляторі, зарядом стійки q_{cm} можна знехтувати, так як складова вектора напруженості поля заряду стійки, спрямована вздовж гірлянди, мала. Також можна знехтувати і всіма відображеними в землі зарядами через мізерність їх впливу порівняно з зарядом дроту і траверси.

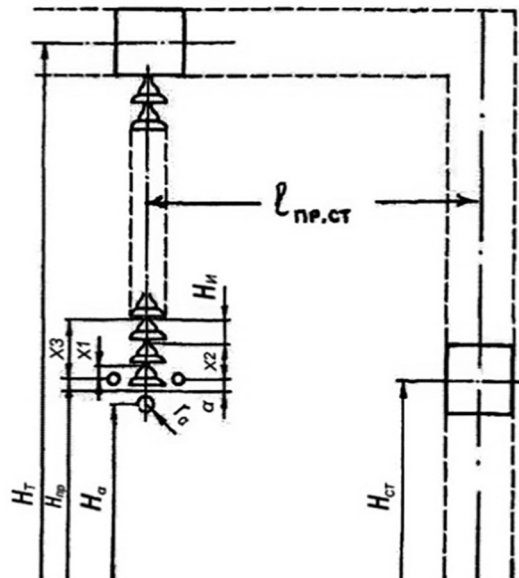


Рис. 2. Розрахункова схема для обчислення розподілу напруги вздовж одноцепної підтримуючої гірлянди при розщепленні дроту

При збільшенні числа складових у фазі обчислити розподіл напруги вздовж гірлянди можна за наведеними раніше формулами з урахуванням розташування дротів відносно осі гірлянди. При цьому падіння напруги на кожному ізоляторі визначається як сума складових від кожної пари дротів. Однак для обчислення найбільшого падіння напруги простіше виходити з картини розподілу напруженості поля вздовж гірлянди. Для дроту, розташованого по осі гірлянди:

$$\Delta U_1 = \frac{q_{np}}{2\pi\epsilon_0 x} - \frac{q_T}{2\pi\epsilon_0 (H_T - H_{np} - x)},$$

де координата x відраховується від осі дроту.

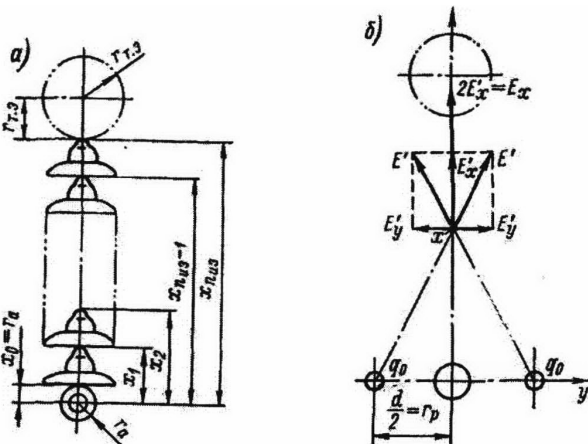


Рис. 3. Розрахункові схеми для обчислення розподілу напруженості поля вздовж гірлянди

Для пари дротів, розташованих симетрично відносно осі гірлянди, розподіл напруженості поля від заряду на дроті визначається сумою поздовжніх складових напруженості поля E'_x кожного з дротів (рис. 3, б)

$$E_{xnp} = \frac{q_{np}}{2\pi\epsilon_0 r_p} \frac{x}{r_p} \frac{1}{1 + \left(\frac{x}{r_p}\right)^2} = \frac{q_{np}}{2\pi\epsilon_0 r_p} \Phi\left(\frac{x}{r_p}\right).$$

Максимум E_{xnp} можна знайти, прирівнявши нулю похідну $\Phi(x/r_p)$ по x . При цьому отримуємо, що E_{xnp} досягає максимуму при $x_{\text{экс}} = r_p$. Чим більше радіус розщеплення, тим більше зміщується максимум E_{xnp} в бік від дроту. Максимальна напруженість

поля (при $x = x_{\text{экс}}$): $E_{xnp \text{ max}} = \frac{q_{np}}{2\pi\epsilon_0 2r_p}$ убиває зворотною

пропорційно відстані між дротами $d = 2r_p$. При довільному числі пар дротів у фазі $n/2$ для підсумовування напруженості поля від зарядів усіх пар дротів доцільно початок координат поєднати з віссю симетрії дроту. Для парного числа складових:

$$E_{xnp} = \frac{2q_{np}}{2\pi\epsilon_0 n} \sum_{k=1}^n \frac{n}{x^2 + r_p^2 - 2xr_p \cos \frac{\pi}{n} (2k-1)} =$$

$$= \frac{2q_{np}}{2\pi\epsilon_0 nr_p} \frac{r_p^{n/2}}{x} \sum_{k=1}^{n/2} \frac{1 - \frac{r_p}{x} \cos \frac{\pi}{n} (2k-1)}{1 + (r_p/x)^2 - 2(r_p/x) \cos \frac{\pi}{n} (2k-1)}.$$

Для дроту з вісьмома складовими: максимум напруженості поля несуттєво зсунутий відносно максимуму для найближчої до гірлянди пари дротів з координатою

$$x_{\text{экс}} = r_p \left(\cos \frac{\pi}{n} + \sin \frac{\pi}{n} \right) = r_p \sqrt{2} \sin \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{n} \right).$$

У зв'язку з цим максимум напруженості поля може бути обчислений при підстановці у формулу $x_{\text{экс}}$:

$$E_{np \text{ max}} = \frac{q_{np}}{2\pi\epsilon_0 nr_p} \frac{2}{\sqrt{2} \sin \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{n} \right)} \sum_{k=1}^{n/2} \frac{1 - \frac{\cos \frac{\pi}{n} (2k-1)}{\sqrt{2} \sin \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{n} \right)}}{1 - \frac{\cos \frac{\pi}{n} (2k-1)}{\sin \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{n} \right)} + \frac{1}{2 \sin^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{n} \right)}} = \frac{q_{np}}{2\pi\epsilon_0 nr_p} F(n),$$

де $F(n)$ — функція тільки числа складових у фазі. Розрахунки показали, що $F(n)$ є лінійною функцією числа складових у фазі

$$F(n) = 0,72 (n - 0,6)$$

і, відповідно:

$$E_{np \text{ max}} = \frac{0,72 q_{np} (1 - 0,6)}{2\pi\epsilon_0 nr_p} = \frac{0,72 CU_\phi}{2\pi\epsilon_0 nr_p} \left(1 - \frac{0,6}{n} \right).$$

Тут (рис. 5): 1-4 — складові напруженості поля від заряду на 1,2,3 і 4-й парі складових відповідно; 5 — те ж від заряду на траверсі; 6 — сумарна напруженість поля від заряду дроту і траверси.

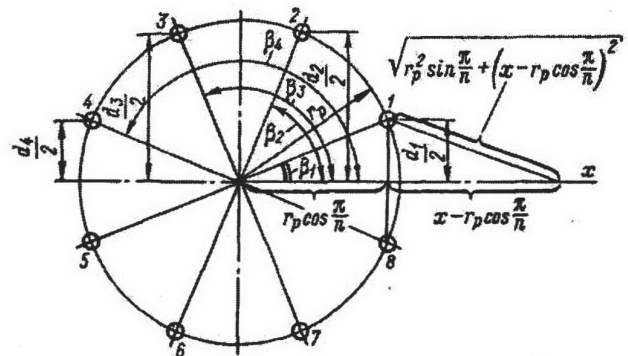


Рис. 4. До розрахунку розподілу напруженості поля вздовж осі гірлянди для багаторазово розщепленого дроту

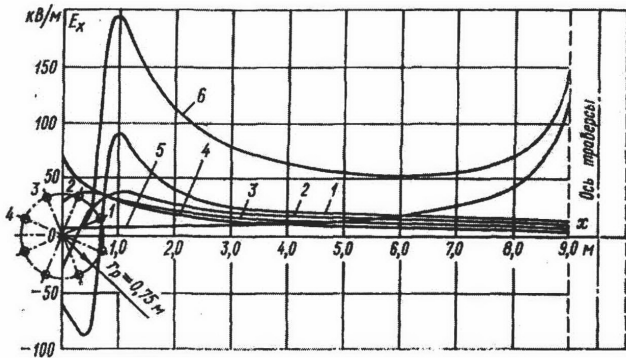


Рис. 5. Розподіл напруженості електричного поля вздовж осі підтримуючої гірлянди ізоляторів, при підвісці проводу 8АС 300/66

З урахуванням заряду на несучій рамі підтримуючого затискача і заряду траверси максимальна напруженість поля

$$E_{\max} = \frac{0,72q_{np}}{2\pi\epsilon_0 r_p} \left(1 - \frac{0,6}{n}\right) + \frac{q_a}{2\pi\epsilon_0 (x_{\text{экс}} - x_a)} - \frac{q_T}{2\pi\epsilon_0 (H_T' - H_{np} - x_{\text{экс}})}$$

де x_a — координата арматури (центру рами).

Найбільше падіння напруги на ізоляторі може бути визначено як добуток максимальної напруженості поля на будівельну висоту ізолятора: $\Delta U_{\text{наиб}} = E_{\max} H_u$.

Тому зменшення будівельної висоти ізоляторів є ефективним засобом обмеження падіння напруги на них.

При збільшенні величини $(x_{\text{экс}} - x_a)$ найбільше падіння напруги зменшується. Найменше значення $\Delta U_{\text{наиб}}$ може бути отримано при розташуванні несучої рами поблизу від осі симетрії дроту ($x_a \approx 0$).

Максимальне падіння напруги на ізоляторах гірлянди пропорційно робочій напрузі, робочій ємності фази і зворотно пропорційно радіусу розщеплення дроту. Аналіз кривої 6 на рис. 5 дозволяє зробити висновок про те, що зміщення ізолятора від координати $x_{\text{экс}}$ до дроту призводить до зменшення падіння

напруги на першому ізоляторі: $\Delta U_1 = \int_{x_1}^{x_2} E_{\max} dx$.

При цьому, оскільки відстань від арматури гірлянди, що знаходиться під високим потенціалом, до другого ізолятора більше, ніж до першого, максимальне падіння напруги на другому ізоляторі, наблизившись до зони максимуму напруженості поля, не досягає максимального значення на першому від дроту ізоляторі. Тому зменшення висоти a підвісу дроту до гірлянди призводить до зменшення найбільшого падіння напруги на ізоляторах гірлянди. При заглибленні ізолятора в простір між дротами (при негативних значеннях a), зменшення падіння напруги на першому ізоляторі триває. Найменше

значення $\Delta U_{\text{наиб}}$ може бути отримано при розташуванні несучої рами поблизу від осі симетрії дроту ($X_a = 0$). При цьому ізолятори повинні бути введені всередину розщепленої фази можливо ближче до несучої рами в область слабого поля. Однак, слід зауважити, що при збільшенні числа складових у фазі відносно значення заряду на несучій рамі (по відношенню до заряду на дроті) зменшується, що зумовлює значно менший вплив заряду на рамі, ніж у розглянутому раніше випадку дворазово розщепленого дроту. Для глибокого утоплення гірлянди в дріт необхідно використовувати дві несучі рами, розташовані на деякій відстані одна від іншої. У цьому випадку найбільше падіння напруги зменшується до 5 % при $r_p = 0,6$ м і до 3,5 % при $r_p = 1$ м. При збільшенні радіуса розщеплення до 1,5 м $\Delta U_{\text{наиб}}$ зменшується до $0,027 U_\phi$. Виходячи з допустимого падіння напруги на ізоляторі (40 кВ) і користуючись

співвідношенням $U_{\text{ни}} = \Delta U_{\text{дон}} \frac{1}{\Delta U_{\text{ном}\%}} \frac{\sqrt{3}}{1,05}$ отримуємо

відповідно до приведених радіусів розщеплення значення номінальних напруг лінії електропередачі: $U_{\text{л.н}} = U_{\text{л.н}} = 1320$ кВ; $U_{\text{л.н}} = 1880$ кВ і $U_{\text{л.н}} = 2400$ кВ.

Таким чином, при відносно великих радіусах розщеплення $r_p \geq 1$ м утоплення гірлянди всередину розщепленого проводу приблизно до 1/3 від радіуса розщеплення забезпечує можливість використання тарільчастих ізоляторів на лініях електропередачі надвисокої напруги.

Мінімальний радіус розщеплення, необхідний для обмеження $\Delta U_{\text{наиб}}$ до допустимого значення $\Delta U_{\text{дон}}$, в залежності від найбільшої робочої напруги і висоти підвіски а може бути оцінений за наближеними формулами:

для одноланцюгових гірлянд:

$$r_{p,\text{min}} = \left[\frac{(5,5 + 5a)U_{\text{н.р.}}^{0,6}}{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot \Delta U_{\text{дон}}} \right]^m$$

і для двохланцюгових гірлянд:

$$r_{p,\text{min}} = \left[\frac{(5,5 + 5a)U_{\text{н.р.}}}{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot \Delta U_{\text{дон}}} \right]^m$$

де $m = 3$ при $r_p \geq 1,5$; $m = 4$ при $r_p > 1,5$ м, $a \geq -0,33 r_p$; $U_{\text{н.р.}}$ і $\Delta U_{\text{дон}}$ — в мегавольтах. Як видно, для двохланцюгових гірлянд, припустимо використовувати менший радіус розщеплення (при розміщенні другого ланцюга вздовж проводу).

Таким чином, шляхом зміни конструкції вузла зчленування підтримуючої гірлянди з розщепленим дротом може бути забезпечена необхідна ступінь обмеження падіння напруги на ізоляторах без застосування додаткових екранів. Однак, слід зауважити, що в зоні розташування опори заряд на дротах, і відповідно напруженість поля збільшуються приблизно на 12 % у порівнянні з зарядом і напруженістю поля

на дротах в прольоті. Для зменшення напруженості поля на дротах доцільно зменшити радіус розщеплення дроту в зоні розташування опори у порівнянні з радіусом розщеплення в прольоті. Зменшення r_p призводить до зменшення напруженості поля тільки при $r_p \geq 3,3nr_0$. При цьому відстань між осями сусідніх складових згідно з формулою:

$$d_{\min} = 2r_p \sin \frac{\pi}{n} = 6,6nr_0 \sin \frac{\pi}{n} \approx 6,6nr_0.$$

Програма розрахунку розподілу напруги вздовж гірлянди ізоляторів на лінії СВН.

Наведений вище алгоритм розрахунку розподілу напруги і напруженості вздовж гірлянди ізоляторів СВН, було реалізовано в якості функції користувача в програмному середовищі «MathCad». Текст функції користувача та результати розрахунків наведено нижче:

ORIGIN := 1

RASST(a, He, n, ro, rst, rtr, Hst, Htr, Dst, Dtr, Lstr, U) :=

```

α ← 2·π / n
a / 200
rr ← a / (200 · sin(α/2)) if a ≠ 0
rr ← 0 otherwise
HET ← n / 2
Man ← HET - floor(HET)
if Man ≤ 0
    for i ∈ 1..n
        hzi ← rr·cos[π - α·(i - 1) + α/2]
        Di ← rr·sin[π - α·(i - 1) + α/2]
        hi ← He - hzi
        di ← Dtr - Di
        hn+1 ← Hst
        hn+2 ← Htr
        dn+1 ← Dst
        dn+2 ← Dtr
    d
else if Man > 0
    for i ∈ 1..n
        hzi ← rr·cos[π - α·(i - 1)]
        Di ← rr·sin[π - α·(i - 1)]
        hi ← He - hzi
        di ← Dtr - Di
        hn+1 ← Hst
        hn+2 ← Htr
        dn+1 ← Dst
        dn+2 ← Dtr
    d
m ← n + 2
for i ∈ 1..m
    for j ∈ 1..m
        if i ≠ j
            dri,j ← √((di - dj)2 + (hi - hj)2)
            hri,j ← √((di - dj)2 + (hi + hj)2)
    
```

```

dri,j ← ro / 200
dri,j ← rst if i > n
dri,j ← rtr if i > n + 1
hri,j ← 2·hi
for i ∈ 1..m
    Vui ← 1 if i ≤ n
    Vui ← 0 otherwise
for i ∈ 1..m
    for j ∈ 1..m
        koi,j ← ln(hri,j / dri,j)
K ← lsolve(ko, Vu)
for j ∈ 1..m
    Kj ← Kj · (55.56·U - 0.81649·10-9)
hg ← (Htr - He) / Lstr
Ng ← floor(hg)
xo ← He + a / 2 · cot(π / n)
for i ∈ 1..hg
    xi ← i·Lstr
    if Man ≤ 0
        for j ∈ 1..m - (m - n)
            ξj ← atan(dj / (xo - hj) + xi)
            θj ← cos(ξj)
        θ
    Ei ← [ ∑j=1m-(m-n) Kj · ∑k=1n xi - rr·cos(π/n·(2·k - 1)) / ((xi)2 + rr2 - 2·xi·rr·cos(π/n·(2·k - 1))) ] ...
        + Km / (2·π·8.85·10-12·(Htr - He - xi))
    Emax ← [ ∑j=1m-(m-n) 0.72·Kj / (2·π·8.85·10-12·rr·(1 - 0.6/n)) ] ...
        + Km / (2·π·8.85·10-12·(Htr - He - rr·√2·sin(π/4 + π/n)))
    rezi,1 ← Ei
    ΔUmax ← Emax·Lstr
    rezi,2 ← Emax
    rezi,4 ← ΔUmax
for i ∈ 1..hg - 1
    ΔUi ← (Ei+1 - Ei) / (xi+1 - xi)
    ΔUi+1 ← (Ei+1) / (xi+1)
    rezi,3 ← ΔUi
rez
    
```

```

Programm:= U ← 750
           a ← 50
           He ← 15
           ro ← 21.6 / 20
           n ← 6
           Lstr ← 650·10-3
           Htr ← 30
           Hst ← 15
           Dst ← 15
           Dtr ← 0
           ast ← 70
           bst ← 70
           atr ← 40
           btr ← 40
           rst ← 2·(ast + bst) / (2·π·100)
           rtr ← 2·(atr + btr) / (2·π·100)
           G ← RASST(a, He, n, ro, rst, rtr, Hst, Htr, Dst, Dtr, Lstr, U)
           G
    
```

	1	2	3	4
1	1.862·10 ⁵	1.893·10 ⁵	1.129·10 ⁵	1.231·10 ⁵
2	1.128·10 ⁵	1.893·10 ⁵	5.642·10 ⁴	1.231·10 ⁵
3	7.616·10 ⁴	1.893·10 ⁵	2.835·10 ⁴	1.231·10 ⁵
4	5.773·10 ⁴	1.893·10 ⁵	1.694·10 ⁴	1.231·10 ⁵
5	4.671·10 ⁴	1.893·10 ⁵	1.122·10 ⁴	1.231·10 ⁵
6	3.942·10 ⁴	1.893·10 ⁵	7.932·10 ³	1.231·10 ⁵
7	3.427·10 ⁴	1.893·10 ⁵	5.864·10 ³	1.231·10 ⁵
8	3.045·10 ⁴	1.893·10 ⁵	4.47·10 ³	1.231·10 ⁵

Висновок. В даній статті було проведено дослідження розподілу падіння напруги та напруженості електричного поля вздовж гірлянди підвісних ізоляторів, а також було запропоновано програмне рішення для простого та ефективно оціночного розрахунку зазначених параметрів ЛЕП. Результати використання програми показали правильну тенденцію зміни

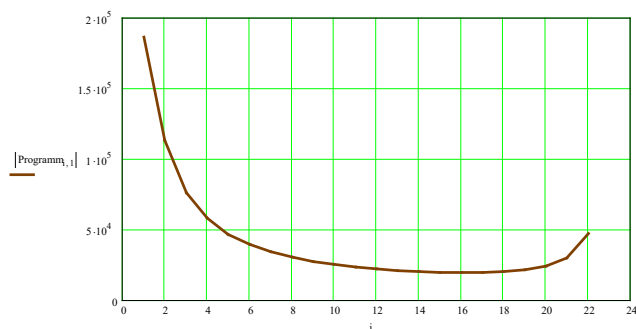


Рис. 6. Розподіл напруженості поля вздовж гірлянди ізоляторів

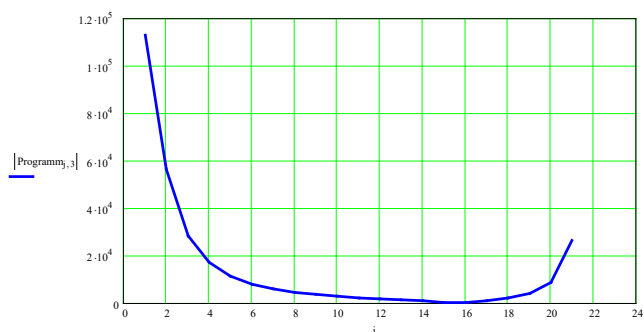


Рис. 7. Розподіл падіння напруги вздовж гірлянди ізоляторів

напруженості електричного поля вздовж ізолюючої підвіски для типової лінії 750 кВ з конструктивним виконанням фази 6хАС-240. Максимальне значення напруженості досягається поблизу фази і становить 189,3 кВ/м, а максимальне падіння напруги становить 123,1 кВ на ділянку.

Література

1. Техника высоких напряжений: учебное пособие / В. А. Бутенко, В. Ф. Важов, Ю. И. Кузнецов, Г. Е. Куртенов, В. А. Лавринович, А. В. Мытников, М. Т. Пичугина, Е. В. Старцева — Томск, 2008. — 119 с.
2. Техника высоких напряжений (изоляция и перенапряжения): курс лекций / А. С. Красько, Е. Г. Пономаренко — Минск: БНТУ, 2011. — Ч. 1: Электрические разряды в газах. Внешняя изоляция воздушных линий и распределительных устройств. Внутренняя изоляция. — 119 с.
3. Теоретические основы электротехники. Учебник / К. С. Демирчан, Л. Р. Нейман и др. — СПб: Питер, 2003. — Т. 3. — 377 с.
4. Моделирование электрического поля стеклянного изолятора ВЛ 110 кВ / С. Ю. Шевченко, А. А. Окунь // Сборник научных трудов «Вестник НТУ «ХПИ»: Энергетика: надійність та енергоефективність. — 2011. — № 3. — С. 136–141.
5. Техника высоких напряжений: Учебное пособие для вузов. / И. М. Богатенков, Г. М. Иманов, В. Е. Кизеветтер и др.; Под ред. Г. С. Кучинского. — СПб: изд. ПЭИПК, 1998. — 700 с.
6. Техника высоких напряжений / Под ред. М. В. Костенко. — М.: Высш. школа. — 1973. — 528 с.
7. Кучинский Г. С., Кизеветтер В. Е., Пинталь Ю. С. Изоляция установок высокого напряжения. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 368 с.
8. Правила улаштування електроустановок. Видання офіційне. Міненерговугілля України. — Х.: Видавництво «Форт», 2017. — 760 с.

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ІНТЕРНАУКА»
INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL «INTERNAUKA»
МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ИНТЕРНАУКА»

Збірник наукових статей

№ 10 (50)

2 том

Голова редакційної колегії — д.е.н., професор *Камінська Т.Г.*

Київ 2018

Видано в авторській редакції

Засновник / Видавець ТОВ «Фінансова Рада України»

Адреса: Україна, м. Київ, вул. Павлівська, 22, оф. 12

Контактний телефон: +38 (067) 401-8435

E-mail: editor@inter-nauka.com

www.inter-nauka.com

Підписано до друку 14.06.2018. Формат 60×84/8

Папір офсетний. Гарнітура SchoolBookAS.

Умовно-друкованих аркушів 7,67. Тираж 100.

Замовлення № 398. Ціна договірна.

Надруковано з готового оригінал-макету.

Надруковано у видавництві

ТОВ «Центр учбової літератури»

вул. Лаврська, 20 м. Київ

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи

до державного реєстру видавців, виготівників і

розповсюджувачів видавничої продукції

ДК № 2458 від 30.03.2006 р.