

# МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ІНТЕРНАУКА»

ISSN 2520-2057

INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC JOURNAL  
«INTERNAUKA»

МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
«ИНТЕРНАУКА»

№ 20 (60) / 2018  
1 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*

**№ 20 (60)**

**1 том**

**Київ 2018**



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

Журнал зареєстровано в міжнародних каталогах наукових видань та наукометричних базах даних: **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 імпакт-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: **Беліков 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 «Медичні науки»:***

Член редакційної колегії: **Свиридов Микола Васильович** — доктор медичних наук, головний науковий співробітник відділу ендокринологічної хірургії, керівник Центру діабетичної стопи (Київ, Україна)  
Член редакційної колегії: **Стеблюк Всеволод Володимирович** — доктор медичних наук, професор криміналістики і судової медицини, Народний Герой України, Заслужений лікар України (Київ, Україна)  
Член редакційної колегії: **Щуров Володимир Олексійович** — доктор медичних наук, професор, головний науковий співробітник лабораторії корекції деформацій і подовження кінцівок (Курган, Російська Федерація)  
Член редакційної колегії: **Купріянова Лариса Сергіївна** — кандидат медичних наук, доцент криміналістики та судової експертології (Харків, Україна)

#### ***Розділ «Хімічні науки»:***

Член редакційної колегії: **Іоселович Михайло Якович** — доктор хімічних наук, професор (Реховот, Ізраїль)  
Член редакційної колегії: **Баула Ольга Петрівна** — кандидат хімічних наук, доцент (Київ, Україна)

***Розділ «Географічні науки»:***

Член редакційної колегії: **Набієв Алпаша Алібек** — доктор наук з геоінформатики, старший викладач (Баку, Азербайджанська Республіка)

Член редакційної колегії: **Свинухов Володимир Геннадійович** — доктор географічних наук, професор (Москва, Російська Федерація)

***Розділ «Філологічні науки»:***

Член редакційної колегії: **Маркова Мар'яна Василівна** — кандидат філологічних наук, доцент (Дрогобич, Україна)



**ЗМІСТ**  
**CONTENTS**  
**СОДЕРЖАНИЕ**

**ГЕОГРАФІЧНІ НАУКИ**

- Kravchenko Roman, Rosero Mary**  
ERODED SOIL OF THE SLOPE OF WESTERN EXPOSURE NEAR THE SETTLEMENT ZABALA,  
PICHINCH PROVINCE, ECUADOR ..... 7
- Покоłodна Марія Миколаївна, Семків Мар'яна Олегівна**  
ЕТНОГРАФІЧНИЙ ТУРИЗМ: ОСОБЛИВОСТІ, ГЕОГРАФІЯ ТА РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ  
(НА ПРИКЛАДІ УКРАЇНИ) ..... 10

**МЕДИЧНІ НАУКИ**

- Вергун Андрій Романович, Кульчицький Василь Володимирович,**  
**Паращук Богдан Миронович, Красний Михайло Романович,**  
**Вергун Оксана Михайлівна, Ютанова Алла Володимирівна**  
ЛІКУВАННЯ ВРОСЛОГО НІГТЯ — РЕЗЕКЦІЯ НІГТЬОВОЇ ПЛАСТИНИ ПРИ ІНКАРНАЦІЇ,  
УСКЛАДНЕНІЙ ЕПОНІХЕАЛЬНИМИ ГІПЕРГРАНУЛЯЦІЯМИ: АВТОРСЬКІ ПОГЛЯДИ ..... 20

**СОЦІАЛЬНІ КОМУНІКАЦІЇ**

- Толочко (Каралкіна) Наталія Валеріївна**  
ОСОБЛИВОСТІ ДРОТОВОГО МОВЛЕННЯ У ПЕРІОД ПІДКАРПАТСЬКОЇ РУСІ ..... 27

**ТЕХНІЧНІ НАУКИ**

- Волинська Леся Сергіївна, Кравчук Надія Миколаївна, Корецька Ірина Львівна**  
ВИКОРИСТАННЯ ПЮРЕ З ПРОРОЩЕНИХ БОБІВ МУНГ (МАШ) ПРИ ВИРОВНИЦТВІ  
КОНДИТЕРСЬКИХ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ ..... 32
- Демчук Іванна Михайлівна, Столяренко Геннадій Степанович**  
СПОСІБ ОЧИСТКИ СТОКІВ ВИРОВНИЦТВА КАРБАМІДУ ДЕСТРУКТИВНИМ МЕТОДОМ  
З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОХВИЛЬ ТА ІОНООБМІННИХ МАТЕРІАЛІВ ..... 36
- Карачун Володимир Володимирович**  
ВИКОРИСТАННЯ СЕГНЕРІВСЬКИХ КОЛІС В АПАРАТАХ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ  
МІКРООРГАНІЗМІВ ..... 41
- Козловский Антон Николаевич**  
АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ ВЕРШИНЫ УГЛА НА ОСНОВЕ АППРОКСИМАЦИИ КОНТУРА  
БИНАРНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ..... 44

|                                                                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Копей Богдан Володимирович, Лях Михайло Михайлович, Кривоножко Тетяна Анатоліївна<br>КОНСТРУКТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МУЛЬТИФУНКЦІОНАЛЬНОГО БАГАТОФАЗНОГО<br>СЕПАРАТОРА.....                                     | 52 |
| Кузьмін Олег Володимирович, Мурзін Андрій Вадимович, Руських Аліна Ігорівна,<br>Ремезок Петро Володимирович, Салига Василь Іванович<br>ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ РАЦІОНІВ ХАРЧУВАННЯ В РЕСТОРАННОМУ БІЗНЕСІ ..... | 55 |
| Марчевський Віктор Миколайович, Пензев Олександр Сергійович<br>МОДЕРНІЗАЦІЯ КАЛАНДРІВ .....                                                                                                               | 66 |
| Мельник Вікторія Миколаївна, Ружинська Людмила Іванівна,<br>Фесенко Сергій Вікторович, Ільєнко Віталій Володимирович<br>ВПЛИВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА РІСТ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР .....               | 69 |
| Новохат Олег Анатолійович, Перепелиця Дмитро Олександрович<br>ФОРМУЮЧА ЧАСТИНА КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ .....                                                                                                 | 75 |
| Сажин Виктор Борисович, Сажин Борис Степанович<br>КОМПЛЕКСНАЯ СТРАТЕГИЯ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО<br>АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ .....                                             | 78 |
| Середюк Марія Дмитрівна<br>ВПЛИВ ЗМІНИ ШВИДКОСТІ НА ЗМІШУВАННЯ РІЗНОСОРТНИХ РІДИН У ПРОЦЕСІ<br>ЇХ ПОСЛІДОВНОГО ПЕРЕКАЧУВАННЯ ТРУБОПРОВОДОМ .....                                                          | 87 |
| Яковенко Алена Викторовна, Сорока Анастасия Ярославовна<br>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА<br>РАЗВИТИЯ ЛЕГОЧНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ .....                                            | 94 |

#### ФІЛОЛОГІЧНІ НАУКИ

|                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Драб Наталія Леонідівна, Костюк Тетяна Олександрівна<br>ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ АНГЛІЙСЬКОГО ПЕРЕКЛАДУ МАТЕМАТИЧНИХ ТЕКСТІВ ..... | 99  |
| Мовчан Діана Василівна, Мага Анна Валеріївна<br>СТЕРЕОТИПІЗАЦІЯ ГЕНДЕРНИХ РОЛЕЙ ЧОЛОВІКА ТА ЖІНКИ В НІМЕЦЬКОМУ АНЕКДОТІ...  | 103 |

#### ХІМІЧНІ НАУКИ

|                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Kotsur Denys, Obushenko Tatiana, Tolstopalova Natali<br>SOLVENT SUBLATION OF NICKEL IONS FROM WASTEWATER ..... | 106 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

**Kravchenko Roman**

*PhD*

*Universidad UTE*

*Quito, Ecuador*

**Rosero Mary**

*Universidad UTE*

*Quito, Ecuador*

DOI: 10.25313/2520-2057-2018-20-4399

## ERODED SOIL OF THE SLOPE OF WESTERN EXPOSURE NEAR THE SETTLEMENT ZABALA, PICHINCH PROVINCE, ECUADOR

**Summary.** *The soils of the western exposure slope in the equatorial Andes have been studied. The soils have been found to have low content of organic matter, not exceeding 0.49%. There is also a lack of Nitrogen and Phosphorus. The soils on the slope of the concave shape have a greater content of organic matter, compared to the sectors of the convex shape. Soils are eroded and have low fertility.*

**Key words:** *soil, slop, erosion.*

The study of soils losing their fertility as a result of erosion processes is one of the most urgent problems from the point of view of both theoretical and applied aspects. The peculiarity of the equatorial Andes lies in the diversity of the prerequisites for the development of erosion processes and the formation of eroded soils even within spatially close territories.

The study of soil differences depending on the angle of inclination, shape, length, and exposure of the slopes seems to be significant, for these aspects of equatorial Andes have not been studied thoroughly. This also concerns processes of linear and sheet erosion as a factor in soil degradation.

The purpose of this work is a comparative characteristic of eroded soils, depending on the angle of inclination and the shape of the slope of the western exposure of the key area under study.

The study was conducted in 2018 at a site located in the equatorial Andes in the northern outskirts of the city of Quito, near the village of Zabala, in the province of Pichincha. The altitude is 2400–2800 meters. The slopes are covered with modern loose, easily eroded sediments.

According to the Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador, the average temperature is 14 °C and varies slightly over the months. Atmospheric precipitation falls in liquid form, with a significant proportion of heavy rain. The average annual rainfall is about 700 mm. The territory is characterized by

favorable prerequisites for the development of erosion processes. A number of studies [1–3] were devoted to the study of erosion processes and eroded soils in this area.

The lands of the studied slope are not used in economic activities. The slope is 230 meters long with alternating sections of concave, convex and straight shapes. The slope angle varies from 9 to 18°. The foot of the slope adjoins the outskirts of the village Zabala. Linear forms of erosion on the studied slope are hardly present, with the exception of some inactive shallow furrows.

The following plant species are typical in the upper slope ecosystem: *Croton wagneri*, *Kalonchoe fedtschenkoi*, *panicum prionitis*, but vegetation is sparse.

*Eucalyptus globulus* Labill, *croton wagneri*, *panicum prionitis* dominate in the middle part of the slope. The following species dominate the lower part of the slope: *Eucalyptus globulus* Labill, *croton wagneri*, *panicum prionitis*.

General view of the slope is presented in the photo (Fig. 1).

The sampling points of soil are located in different parts of the slope, from the upper part, near the watershed, to the foot of the slope. The criterion for selecting the points of study was the nature of the relief of individual parts of the slope.

The table presents the results of the study.

The soil of the studied slope is characterized by a very low content of organic matter. In general, low





Fig. 1. Study area. Western exposure slope

content of organic matter in the humus horizon of the soil is typical for the slopes of the Ecuadorian Andes. In particular, according to the interpretation of “Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de Calidad Agro” in this territory these indicators are estimated as follows: organic matter above 2% is already considered as high; from 1 to 2% — the average level and less than 1% — a low level.

However, even among the poor soils of this region, indicators obtained for the upper part of the slope (0.05 and 0.09%) look extremely low. In this part of the slope, landslide processes in the upper part of the soil are observed.

It should be noted that there are differences depending on the part and shape of the slope. Thus, the lowest content of organic matter was found for the convex part of the slope (0.05%), whereas the slope of the concave shape in its lower part is characterized by the highest rates of 0.49%. This is probably the result of the influence of the shape of the slope on the dynamics of erosion-accumulative processes. The concave part of the slope creates more favorable prerequisites for the accumulation of the washed-off material and somewhat reduces the activity of sheet erosion of the upper soil horizon. Analyzing textures, we can observe a lower

percentage of sand for this part of the slope with a larger share of silt compared to other sectors.

The soils on all sectors of the slope are extremely poor in Nitrogen and Phosphorus. Low content of Potassium is noted for sectors 1 and 5; average for sectors 2 and 3, and high for the concave part of the slope in sector 4. Also for sector 4, a high Calcium content was found, with an average level for other parts of the slope. A high level of Magnesium and Copper is typical for all sectors.

The soil over the entire length of the slope was found to have a low content of Iron, Manganese and Zinc. It can also be noted that the concave sector 4 contains higher percentage of Manganese and Copper compared to other parts of the slope.

In conclusion, we can say that the slope under study contains low amount of organic matter, not exceeding 0.49%. Soils of the slope in its concave parts are found to have more organic matter in comparison to convex parts of the slope.

The soils of the slope are extremely poor in Nitrogen and Phosphorus, as well as Iron, Manganese and Zinc. High content of Copper and Magnesium is typical of all parts of the slope.

The soils are eroded and have very low fertility.

Table 1

## Soil characteristics of the western-exposure slope

| Parameters          |          | Sector 1<br>Slope angle 14°<br>Distance from<br>the watershed<br>divide 20 m<br>Convex<br>shape of the<br>slope | Sector 2<br>Slope angle 18°<br>Distance from<br>the watershed<br>divide 71 m<br>Straight<br>shape of the<br>slope | Sector 3<br>Slope angle 18°<br>Distance from<br>the watershed<br>divide 95 m<br>Straight<br>shape of the<br>slope | Sector 4<br>Slope angle 15°<br>Distance from<br>the watershed<br>divide 131m<br>Concave<br>shape of the<br>slope | Sector 5<br>Slope angle 9°<br>Distance from<br>the watershed<br>divide 202 m<br>Straight<br>shape of the<br>slope |
|---------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organic matter (%)  |          | 0,05                                                                                                            | 0,09                                                                                                              | 0,20                                                                                                              | 0,49                                                                                                             | 0,42                                                                                                              |
| Nitrogen (%)        |          | —                                                                                                               | —                                                                                                                 | 0,01                                                                                                              | 0,02                                                                                                             | 0,02                                                                                                              |
| Phosphorus (mg/kg)  |          | < 3,5                                                                                                           | < 3,5                                                                                                             | < 3,5                                                                                                             | < 3,5                                                                                                            | < 3,5                                                                                                             |
| Potassium (cmol/kg) |          | 0,18                                                                                                            | 0,25                                                                                                              | 0,35                                                                                                              | 0,42                                                                                                             | 0,17                                                                                                              |
| Calcium (cmol/kg)   |          | 2,21                                                                                                            | 2,59                                                                                                              | 2,27                                                                                                              | 4,51                                                                                                             | 2,28                                                                                                              |
| Magnesium (cmol/kg) |          | 0,88                                                                                                            | 1,17                                                                                                              | 1,39                                                                                                              | 2,42                                                                                                             | 1,07                                                                                                              |
| Iron (mg/kg)        |          | <15,0                                                                                                           | <15,0                                                                                                             | <15,0                                                                                                             | <15,0                                                                                                            | <15,0                                                                                                             |
| Manganese (mg/kg)   |          | 0,47                                                                                                            | 0,76                                                                                                              | 1,30                                                                                                              | 4,03                                                                                                             | 1,57                                                                                                              |
| Copper (mg/kg)      |          | 5,26                                                                                                            | 6,25                                                                                                              | 8,82                                                                                                              | 9,70                                                                                                             | 5,61                                                                                                              |
| Zinc (mg/kg)        |          | <1,60                                                                                                           | <1,60                                                                                                             | <1,60                                                                                                             | <1,60                                                                                                            | <1,60                                                                                                             |
| pH                  |          | 7,38                                                                                                            | 7,54                                                                                                              | 7,24                                                                                                              | 7,59                                                                                                             | 6,40                                                                                                              |
| Textures            | Sand (%) | 68                                                                                                              | 70                                                                                                                | 64                                                                                                                | 52                                                                                                               | 70                                                                                                                |
|                     | Silt (%) | 20                                                                                                              | 16                                                                                                                | 24                                                                                                                | 36                                                                                                               | 20                                                                                                                |
|                     | Clay (%) | 12                                                                                                              | 14                                                                                                                | 12                                                                                                                | 12                                                                                                               | 10                                                                                                                |

## References

1. De Noni G., Trujillo G. (1990). Degradación del suelo en el Ecuador. Principales causas y algunas reflexiones sobre la conservación de este recurso / Informe ORSTOM. Quito, P. 383–394.
2. Krávchenko, R. (2013) Influencia de los sedimentos de las quebradas en el desarrollo de las formas de erosión / R. Krávchenko // Enfoque UTE. V.4, № 2. — P. 35–44.
3. Kravchenko, R., Guerrero, D. D. (2017). Comparative analysis of the eroded soils on the slopes of the Calderon region, Ecuador. Bulletin of Science and Practice, (3), 148–152.

УДК 338.483.13:069:398(477)

**Покоłodна Марія Миколаївна**

*кандидат географічних наук,*

*доцент кафедри туризму і готельного господарства*

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова*

**Покоłodная Мария Николаевна**

*кандидат географических наук,*

*доцент кафедры туризма и гостиничного хозяйства*

*Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова*

**Pokolodna Mariia**

*Candidate of Geographic Sciences, Associate Professor of the*

*Department of Tourism and Hospitality*

*O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv*

**Семків Мар'яна Олегівна**

*магістр кафедри туризму і готельного господарства*

*Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова*

**Семкив Марьяна Олеговна**

*магистр кафедры туризма и гостиничного хозяйства*

*Харьковского национального университета городского хозяйства имени А.Н. Бекетова*

**Semkiv Mariana**

*Master of Tourism of the*

*Department of Tourism and Hospitality of the*

*O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv*

## **ЕТНОГРАФІЧНИЙ ТУРИЗМ: ОСОБЛИВОСТІ, ГЕОГРАФІЯ ТА РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ (НА ПРИКЛАДІ УКРАЇНИ)**

## **ЭТНОГРАФИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ: ОСОБЕННОСТИ, ГЕОГРАФИЯ И РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ (НА ПРИМЕРЕ УКРАИНЫ)**

## **ETHNOGRAPHIC TOURISM: FEATURES, GEOGRAPHY AND RESOURCE CAPACITY (ON THE EXAMPLE OF UKRAINE)**

**Анотація.** У статті висвітлено питання, щодо сутності поняття «етнографічний туризм» та виокремленні особливості його організації та ресурсного потенціалу на теренах України. За допомогою методу інтегральної оцінки здійснено групування областей держави за рівнем потенціалу етнографічних ресурсів.

**Ключові слова:** етнографічні ресурси, етнографічний туризм, музей, скансен, туризм.

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы сущности понятия «этнографический туризм», выделены особенности его организации и ресурсного потенциала на территории Украины. С помощью метода интегральной оценки проведена группировка областей страны по уровню потенциала этнографических ресурсов.

**Ключевые слова:** музей, скансен, туризм, этнографические ресурсы, этнографический туризм.

**Summary.** The article covers issues concerning the essence of the concept of ethnographic tourism, its features the features of its organization and resource potential in the territory of Ukraine. Using the integral assessment method, the regions of the country were grouped according to the level of capacity of ethnographic resources.

**Key words:** ethnographic resources, ethnographic tourism, museum, skansen, tourism.



**Постановка проблеми.** Сучасний етап розвитку туризму вирізняється високими вимогами з боку зацікавленої клієнтури, що вимагає від організаторів туризму постійного урізноманітнення пропозиції. У зв'язку з цим спостерігається поява та виокремлення нових напрямків, і, навіть, формування нових видів туризму. Це в свою чергу потребує узагальнення досвіду їх організації, виявлення їх характерних ознак, дослідження географії туристичних потоків та ресурсного потенціалу.

Все вище зазначене певною мірою відноситься до етнографічного туризму, який лише останніми роками зайняв самостійну позицію серед інших видів туризму, і стає дедалі популярнішим.

В Україні етнографічний туризм має великий потенціал та всі необхідні можливості для розвитку: ресурсний потенціал, висококваліфіковані кадри, сформовані атрактивні центри, що досягли певного рівня популярності та визнання у споживачів. Проте, комплексного дослідження даного виду туризму не проводилося, понятійний апарат не чітко окреслений, а частина ресурсного потенціалу поки що мало використовується для його організації.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Протягом останніх років теоретико-методологічні аспекти розвитку етнографічного туризму активно досліджують вчені, як українські, так і зарубіжні. Це географи, історики, політологи, культурологи, туризмознавці, соціологи, етнологи. Зокрема виділяються праці: І. Бочана, О. Кузьмука, І. Кулаковської, В. Попова, Л. Мухіна, В. Серебряна, В. Вітколова, В. Великочого та інших вчених.

Не менш важливим для розвитку етнографічного туризму є дослідження формування і розвитку українського народу та малих етносів України, ефективність використання культурної спадщини. Цим проблемам були присвячені праці таких сучасних українських вчених: В. Грабовецького, В. Євдокименка, Я. Ісаєвича, В. Кравціва, Є. Пайкової, Н. Паньків, М. Рутинського, Р. Сливки, В. Стафійчука та ін.

Крім того, на базі Львівського інституту економіки і туризму проводиться Всеукраїнська науково-практична конференція «Розвиток українського етнотуризму: проблеми та перспективи», що дозволяє молодим вченим зробити свій внесок до скарбниці вивчення етнографічного туризму на теренах України.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Попри активне вивчення етнографічного туризму в останні роки, деякі його аспекти залишаються малодослідженими і такими, що потребують узагальнення та уточнення, зокрема це понятійно-термінологічний апарат, ресурсна база, диференціація потенціалу по регіонах держави.

**Метою статті** є дослідження етнографічного туризму в сучасних реаліях розвитку туризму в Україні, його особливостей, географії та ресурсного потенціалу.

**Виклад основного матеріалу.** Етнографічний туризм сьогодні є видом туризму, який активно розвивається. Він заснований на інтересі туристів до справжнього життя народів, до ознайомлення з традиціями, обрядами, творчістю і культурою. Знайомство з етнічними особливостями інших культур дозволяє скласти єдину картину багатостороннього світу з унікальними в своїй індивідуальності етносами.

Етнографічний туризм сприяє збереженню та залученню етнографічних ресурсів певних територій до світової культурної спадщини.

На теперішній час існують різноманітні трактування визначення «етнографічний туризм», крім того доволі часто застосовуються і терміни «етнічний туризм», «етнокультурний туризм», «ностальгічний туризм», а на зарубіжному туристичному ринку поняття «етнографічний туризм» ототожнюється з терміном «антропологічний туризм (або туризм способу життя)», хоча ці поняття не мають синонімічного значення і повинні бути чітко розмежовані. В цьому зв'язку в даній статті розглядається лише поняття «етнографічного туризму». У таблиці 1 надано приклади трактування цього терміну українськими і зарубіжними вченими.

Провівши аналіз таблиці, можна зробити висновки, що однозначне визначення етнографічного туризму до теперішнього моменту не виведено. Більшість дослідників визначає це поняття як туристичну поїздку, мотивовану інтересом до культурної спадщини етнічних груп або територій, що збереглися до нашого часу.

Таким чином, «етнографічний туризм» — це вид туризму, що має суміжні риси з культурно-пізнавальним туризмом, об'єкти яких часто перекликаються, та головною метою якого є пізнання культурної спадщини відвідуваної місцевості.

Як окремий вид туризму етнографічний туризм виконує велику кількість соціальних функцій, найбільш значущі з них:

- сприяє толерантному ставленню до представників різних етносів;
- допомагає зберегти культурне, соціальне і ландшафтно-екологічне різноманіття;
- забезпечує фінансову підтримку музеїв, театрів та інших об'єктів культури, що мають велике значення не тільки для туристів, а й для місцевих жителів;
- сприяє зміцненню почуття ідентичності та подальшого збереження культури регіону, в якому проживає та чи інша етнічна група;
- зберігає різноманіття і багатогранність сучасного світу;
- сприяє відродженню місцевої кухні, ремесел та художніх промислів;
- забезпечує альтернативу поступового економічного спаду і депопуляції, які загрожують багатьом сільським територіям (зокрема створює нові робочі місця для місцевого населення);

Таблиця 1

## Визначення поняття «етнографічний туризм»

| Автор                                                                            | Визначення                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Мисяк О.М.                                                                       | різновид туристичних подорожей, що здійснюються туристами до місць свого історичного проживання                                                                                                                   |
| Трофимов Є.Н.                                                                    | напрямок культурно-пізнавального туризму, заснований на відвідуванні існуючих поселень, які зберегли особливості традиційної культури і побуту різних народів, у тому числі знайомство з музеями народного побуту |
| Біржаков М.Б.                                                                    | підвид культурного туризму, націлений на знайомство з окремими націями і народами і їх вивчення для мовного і культурного обміну                                                                                  |
| Сундуєв Ч.Ч. і Хишкітєєва Л.В                                                    | це один із напрямів культурно-пізнавального туризму, що має на увазі занурення туриста в середовище корінного населення, знайомство з місцевою національною культурою                                             |
| Ван де Берг                                                                      | форма туризму, де культурна екзотика місцевих жителів — головна туристична атракція                                                                                                                               |
| Harron M. and Weyler L.                                                          | подорож, мотивована перш за все пошуком особистого, справжнього і іноді близького контакту з людьми, етнічна та/або культурна спадщина яких відрізняється від спадщини туриста                                    |
| Curek H. and Jafari B.                                                           | форма туризму, мотивованого, головним чином, дослідженням культурних відмінностей і контактом з екзотичними етнографічними спільнотами                                                                            |
| Wood R. E                                                                        | пізнання культури, відмінної від власної культури туриста                                                                                                                                                         |
| Mackintosh D. and Goldner R.                                                     | поїздки з метою спостереження культурних проявів і способів життя екзотичних народів                                                                                                                              |
| Болник С.                                                                        | особливий різновид культурного туризму, що під собою розуміє будь-яку екскурсію, яка фокусується в більшій мірі на людях, а не на природі, а також розкриває спосіб життя місцевого населення                     |
| Петроман І., Петроман С., Бузату С., Марин Д., Думітреску А., Статій С., Русь І. | вид туризму, в якому головна ціль для туриста — знайомство з «екзотичними» народами («екзотичні» в даному контексті — це ті, що проживають у віддалених від місця проживання туриста районах)                     |
| Аванесова Г., Воронкова Л.                                                       | це один із різновидів культурно-пізнавального туризму, пов'язаний з відвідуванням об'єктів традиційних культур, національних селищ, а також з метою знайомства з етнічними культурами і промислами                |
| Моральова Н. і Ледовських Е.                                                     | сегмент туристичної індустрії, в якому бере участь корінне населення, чия етнічна особливість і є основною туристичною визначною пам'яткою                                                                        |

Джерело: розроблено авторами за матеріалами: [1–3; 11–13; 15; 18–19]

– підвищує культурний рівень корінного населення, налагоджує культурні зв'язки з представниками інших культур.

В підсумку можна зазначити, що, в етнографічному туризмі закладена ідея збереження, примноження і передачі нащадкам історико-культурної спадщини. Цей спеціалізований вид туризму має ряд організаційних особливостей, які узагальнено представлені на рис. 1.

Так, в першу чергу ретельної уваги потребує формування програми етнографічних турів, яка передбачає підбір комплексу тематичних екскурсій і дозвілєвих заходів, які висвітлюють багатогранність етнографічних особливостей певного регіону, містить навчальний та розважальний елементи (етнографічні вечори, свята в тому числі переодягання в національні костюми), з обов'язковою можливістю спробувати щось зробити своїми руками — здебільшого участь у майстер-класах з традиційних народних ремесел, приготування страв національної кухні. Рационально розроблена програма етнографічного туру дозволяє

туристам глибоко зануритися у культурно-історичні особливості певного регіону чи місцевості, стати учасником життя місцевого населення в сучасності або в певну історичну епоху.

Об'єкти етнографічної спадщини повинні бути представлені розумно і творчо. Науково-технічний прогрес робить свою справу: продукція однієї країни практично не відрізняється від аналогічної продукції іншої. Проте у сфері культури однаковість неприпустима. Тому, регіон, який бажає утримувати спеціалізацію етнографічного туристського напрямку, повинен володіти унікальними автентичними культурними комплексами з розвиненим календарем подій тематичного спрямування (фестивалі, ярмарки, свята), цікавими постійно діючими анімаційними програмами, активно пропонувати їх на туристичний ринок, планомірно створюючи свій власний неповторний образ місцевості.

Щодо часового періоду організації етнографічних турів то слід відзначити що даний спеціалізований вид туризму менше схильний до сезонних коливань,

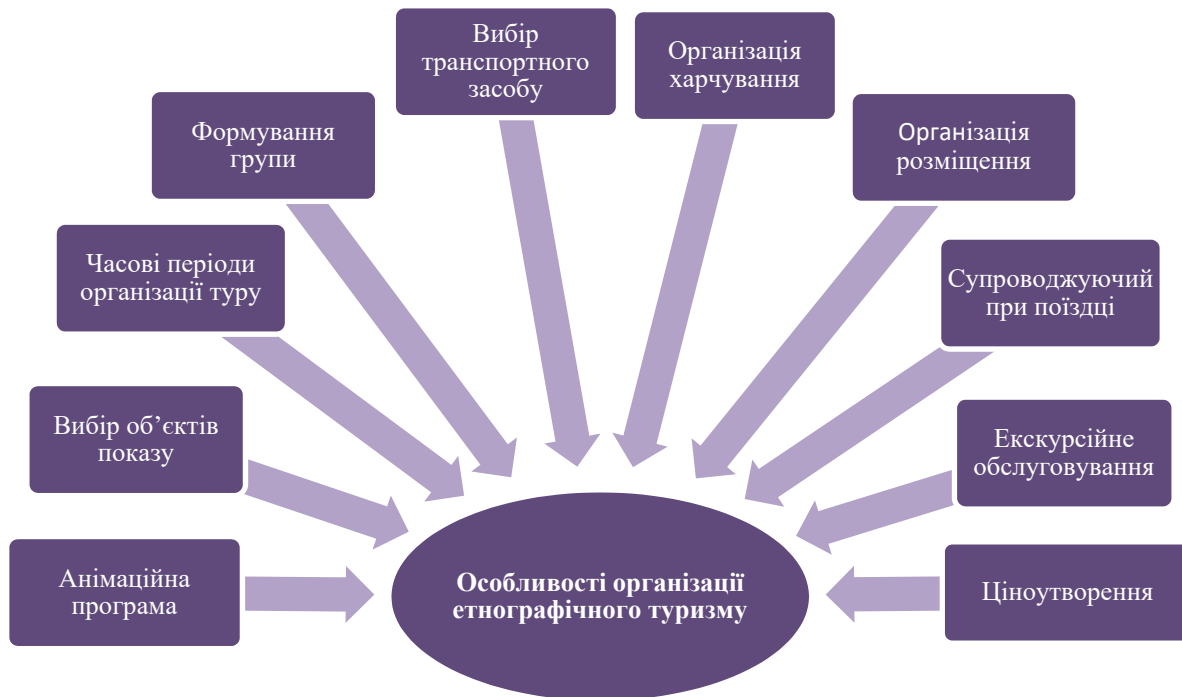


Рис. 1. Особливості організації етнографічного туризму

*Джерело: розроблено авторами*

і більше залежить від дат подієвих заходів — календаря народних традиційних свят, тематичних фестивалів і ярмарок.

Етнографічний туризм має широку аудиторію споживачів, яка практично не залежить від віку, зазвичай в одній групі можливе обслуговування як дорослих, так і дітей. Щоправда, слід зважати й на те, що в етнографічному туризмі розробляються тури спеціально для певної вікової групи та певної групи населення (наприклад, етнографічні тури для етнічних груп, з метою відвідання їх історико-етнічних місць проживання), в таких турах потрібно зважати на однорідність споживачів послуг.

Не менш важливим при формуванні етнографічного туру є вибір транспортного засобу. Оскільки в даній статті розглядається етнографічний туризм у межах території України, то найзручнішим транспортом для пересування виступають автобуси.

Як і для інших видів екскурсійних турів важливою складовою є організація туристичного супроводу. Для етнографічного туру — це повинен бути фахівець, який на додаток до стандартних професійних обов'язків та необхідного запасу інформації по туру повинен володіти ще й спеціальними знаннями виходячи з тематики та етнографічних особливостей регіону.

Харчування є невід'ємною складовою програми етнографічного туру, адже дає можливість туристам скуштувати традиційну кухню, а також спробувати свої сили в її приготуванні. Найкращим варіантом для надання послуги харчування у турі даного типу будуть заклади ресторанного господарства, інтер'єр яких містить етнографічні елементи або в найкра-

щому з варіантів побудовані в стилі традиційного будівництва закладів харчування в регіоні (корчма, колиба, трактир, таверна, шинок) або такі, що розміщуються в історичних будівлях.

Розміщення в етнографічному турі, має другорядне значення. Проте при його виборі варто віддавати перевагу тим закладам, які, або входять до етнографічного комплексу, або стилізовані під будівлі традиційного типу, що характерні для етносу, що проживає у відвідуваному регіоні.

В етнографічному туризмі якість послуг залежить багато в чому від мінливості критерію автентичності. Тому дуже потрібно, щоб кожний елемент, який входить до складу програми етнографічного туру, був пронизаний етнографічними особливості певного регіону. Це дозволить туристам повністю зануритися у культуру, яку вони бажають пізнати.

Наявність етнографічних ресурсів — це головна умова розвитку етнографічного туризму. Як і для багатьох видів туризму для етнографічного характерна різноманітність цих ресурсів. Їх класифікацію за видами зображено на рис. 2.

Туристичні ресурси для розвитку етнографічного туризму в Україні багаті і своєрідні, вони доволі добре досліджені і збережені та представлені всіма переліченими групами.

Для дослідження ресурсного потенціалу етнографічного туризму в Україні був зібраний масив доступних статистичних даних який представляється наступними категоріями:

– Музеї етнографічні, в т.ч. краєзнавчі та історичні з експозиціями етнографічного характеру;





Рис. 2. Різновиди етнографічних ресурсів  
Джерело: розроблено авторами за матеріалами [8]

- Скансени;
- Заклади громадського харчування з етнографічними мотивами в інтер'єрі;
- Фестивалі;
- Ярмарки / Виставки;
- Фольклорні колективи.

Для дослідження потенціалу розвитку етнографічного туризму був використаний метод інтегральної

оцінки та побудови радару конкурентоспроможності (Рис. 3). Метод інтегральної оцінки дозволяє комплексно оцінити потенціал кожної області та надати йому кількісний вимір. Приведення статистичних даних щодо ресурсного потенціалу до спільних одиниць вимірювання (сантиметрів) показаний у таблиці 2.

Радар конкурентоспроможності побудований за наступними правилами [20]:

Таблиця 2

## Переведення кількісних значень в сантиметри

| Область           | Музеї етнографічні, в т.ч. красназавчі та історичні з експозиціями етнографічного характеру | Скансени | Центри народного промислу | Заклади громадського харчування з етнографічними мотивами в інтер'єрі | Фестивалі | Ярмарки / Виставки | Фольклорні колективи |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------|----------------------|
|                   | см                                                                                          | см       | см                        | см                                                                    | см        | см                 | см                   |
| Вінницька         | 7,1                                                                                         | 0        | 5,4                       | 0,6                                                                   | 6,2       | 6,8                | 2,5                  |
| Волинська         | 4,5                                                                                         | 2        | 0,8                       | 0,8                                                                   | 6,2       | 0,0                | 2,2                  |
| Дніпропетровська  | 10,0                                                                                        | 0        | 3,1                       | 2,2                                                                   | 2,9       | 4,7                | 1,1                  |
| Донецька          | 7,5                                                                                         | 2        | 0,4                       | 0,0                                                                   | 0,0       | 0,0                | 0,3                  |
| Житомирська       | 4,7                                                                                         | 0        | 0,8                       | 0,8                                                                   | 0,5       | 6,3                | 4,0                  |
| Закарпатська      | 8,9                                                                                         | 4        | 2,3                       | 0,8                                                                   | 10,0      | 4,7                | 2,0                  |
| Запорізька        | 8,4                                                                                         | 0        | 0,8                       | 1,4                                                                   | 8,1       | 10,0               | 7,5                  |
| Івано-Франківська | 8,4                                                                                         | 4        | 5,0                       | 5,3                                                                   | 7,1       | 2,1                | 9,3                  |
| Київ              | 3,6                                                                                         | 0        | 0,0                       | 10,0                                                                  | 4,3       | 3,2                | 2,8                  |
| Київська          | 9,8                                                                                         | 10       | 7,3                       | 1,4                                                                   | 0,0       | 3,2                | 6,5                  |
| Кіровоградська    | 6,4                                                                                         | 0        | 0,8                       | 0,6                                                                   | 0,5       | 1,6                | 3,5                  |
| Луганська         | 5,1                                                                                         | 0        | 0,0                       | 0,0                                                                   | 2,4       | 0,0                | 0,3                  |
| Львівська         | 8,7                                                                                         | 4        | 10,0                      | 5,3                                                                   | 7,1       | 8,4                | 10,0                 |
| Миколаївська      | 4,2                                                                                         | 0        | 0,0                       | 0,0                                                                   | 1,9       | 0,5                | 1,7                  |
| Одеська           | 5,8                                                                                         | 0        | 0,0                       | 1,7                                                                   | 3,3       | 3,2                | 1,6                  |
| Полтавська        | 9,1                                                                                         | 0        | 3,5                       | 3,3                                                                   | 10,0      | 8,9                | 4,3                  |
| Рівненська        | 6,2                                                                                         | 2        | 0,0                       | 1,4                                                                   | 6,2       | 0,5                | 0,8                  |
| Сумська           | 8,4                                                                                         | 2        | 2,7                       | 0,3                                                                   | 0,5       | 5,8                | 2,2                  |
| Тернопільська     | 5,3                                                                                         | 0        | 1,2                       | 1,1                                                                   | 1,9       | 0,0                | 9,7                  |
| Харківська        | 8,4                                                                                         | 2        | 0,0                       | 0,8                                                                   | 1,0       | 2,1                | 4,6                  |
| Херсонська        | 5,3                                                                                         | 0        | 0,0                       | 1,4                                                                   | 3,8       | 0,5                | 1,0                  |
| Хмельницька       | 5,6                                                                                         | 0        | 0,4                       | 0,0                                                                   | 0,5       | 0,5                | 3,2                  |
| Черкаська         | 8,5                                                                                         | 2        | 3,5                       | 1,1                                                                   | 1,4       | 0,5                | 1,7                  |
| Чернівецька       | 3,3                                                                                         | 2        | 1,2                       | 1,4                                                                   | 2,4       | 1,6                | 4,5                  |
| Чернігівська      | 6,5                                                                                         | 0        | 3,5                       | 0,6                                                                   | 2,4       | 0,5                | 7,9                  |
| Еталон            | 10                                                                                          | 10       | 10                        | 10                                                                    | 10        | 10                 | 10                   |

Джерело: розроблено авторами за матеріалами [4; 5; 10]

- коло ділиться радіальними оціночними шкалами на рівні сектори, число яких дорівнює числу критеріїв;
- чим далі від центру кола значення критерію, тим воно вище;
- максимальне значення критеріїв дорівнює радіусу кола;
- для можливості порівняння якості та конкурентоспроможності ресурсного потенціалу окремої області їх радары будуються в єдиному колі.

Метод радару дозволяє визначити узагальнюючий показник конкурентоспроможності по кожній області за формулою

$$I = Sp / S, \quad (1)$$

де  $I$  — відносна площа радару,

$Sp$  — площа радару,

$S$  — площа кола.

Площа радару визначається за формулою:

$$S_p = \frac{1}{2} \sin \alpha (a_1 \times a_2 + a_2 \times a_3 + \dots + a_{n-1} \times a_n + a_n \times a_1) \quad (2)$$

де  $a_1, a_2 \dots a_n$  — дані категорій ресурсів етнографічного туризму.

Результати розрахунків відображено у табл. 3.

Після проведення розрахунків площі радару та відносної площини рівня насичення етнографічними ресурсами областей України, можливо провести ранжування областей за рівнем ресурсного потенціалу етнографічного туризму та створити картограму згідно до отриманих результатів (Рис. 4.):

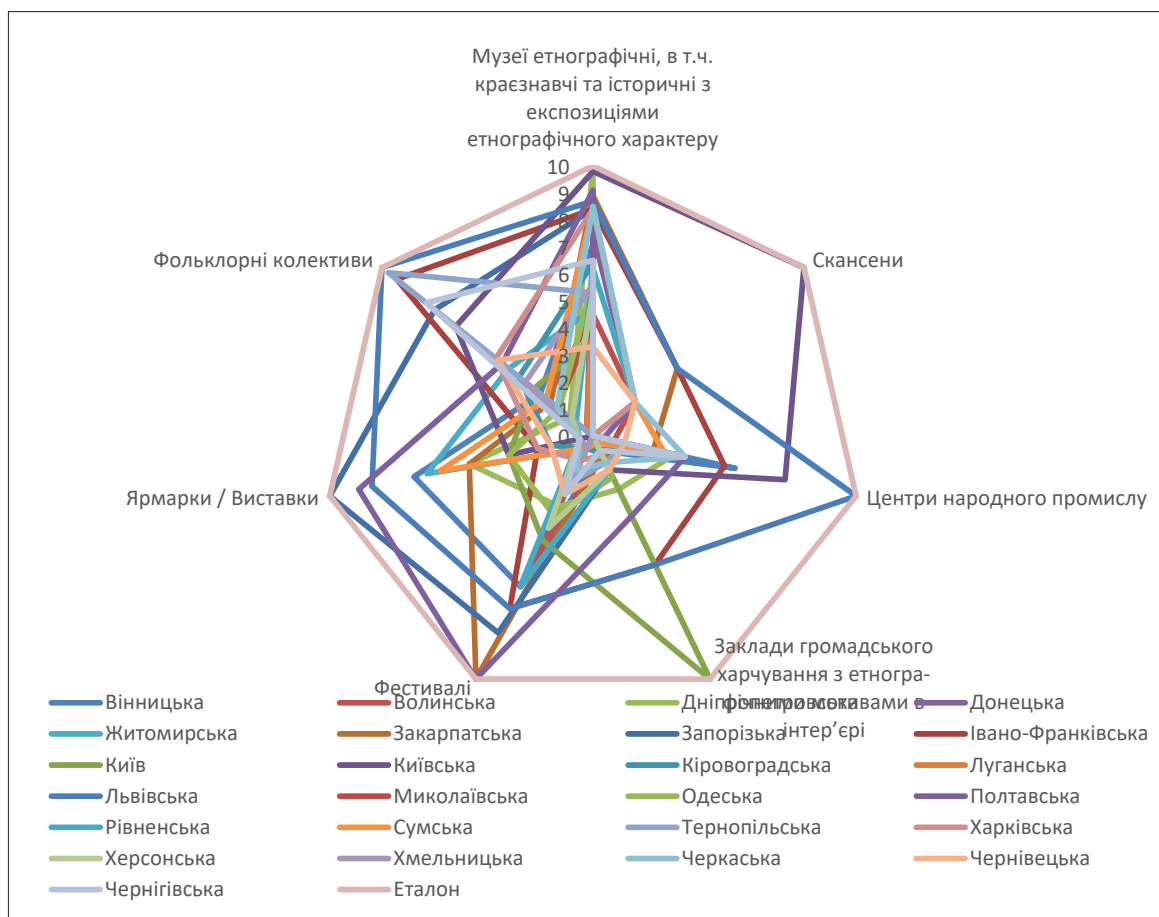


Рис. 3. Радар конкурентоспроможності

Джерело: розроблено авторами

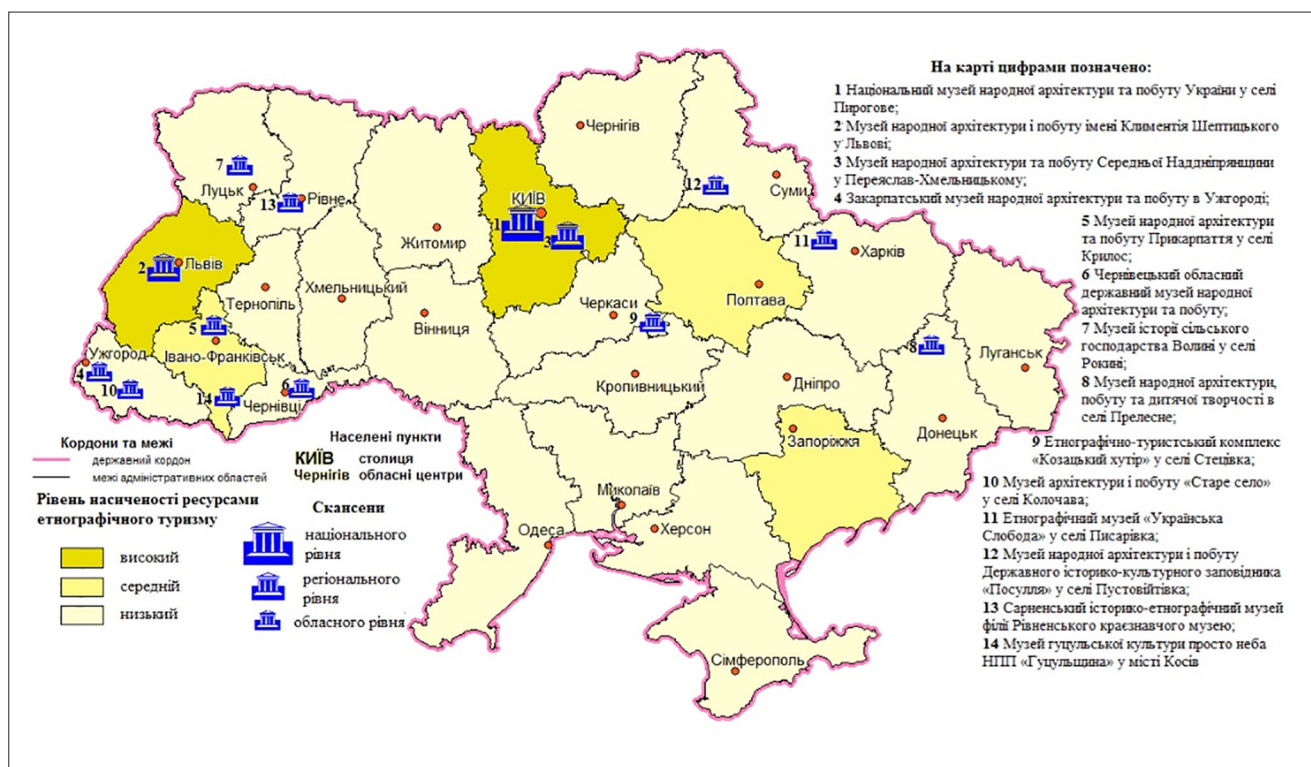


Рис. 4. Ранжування областей за рівнем ресурсного потенціалу етнографічного туризму

Джерело: розроблено авторами

**Таблиця 3**  
**Розрахунок Площі радару та відносної площі радару**

| Область           | $S_p$  | I     |
|-------------------|--------|-------|
| Вінницька         | 39,84  | 0,127 |
| Волинська         | 12,40  | 0,039 |
| Дніпропетровська  | 20,43  | 0,065 |
| Донецька          | 8,57   | 0,027 |
| Житомирська       | 22,89  | 0,073 |
| Закарпатська      | 61,20  | 0,195 |
| Запорізька        | 109,94 | 0,350 |
| Івано-Франківська | 109,39 | 0,348 |
| Київ              | 36,01  | 0,115 |
| Київська          | 126,22 | 0,402 |
| Кіровоградська    | 14,05  | 0,045 |
| Луганська         | 0,73   | 0,002 |
| Львівська         | 188,13 | 0,599 |
| Миколаївська      | 4,25   | 0,014 |
| Одеська           | 14,52  | 0,046 |
| Полтавська        | 100,20 | 0,319 |
| Рівненська        | 14,03  | 0,045 |
| Сумська           | 27,22  | 0,087 |
| Тернопільська     | 26,04  | 0,083 |
| Харківська        | 32,30  | 0,103 |
| Херсонська        | 6,18   | 0,020 |
| Хмельницька       | 9,39   | 0,030 |
| Черкаська         | 21,56  | 0,069 |
| Чернівецька       | 18,97  | 0,060 |
| Чернігівська      | 28,52  | 0,091 |

Джерело: розроблено авторами

- З високим потенціальним рівнем — від 0,4 до 0,599: Київська, Львівська;
- З середнім потенціальним рівнем — від 0,201 до 0,4: Запорізька, Івано-Франківська, Полтавська;
- З низьким потенціальним рівнем — від 0,002 до 0,201: Вінницька, Волинська, Дніпропетровська, Донецька, Житомирська, Закарпатська, м. Київ, Кіровоградська, Луганська, Миколаїв-

ська, Одеська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Харківська, Херсонська, Хмельницька, Черкаська, Чернівецька, Чернігівська.

Отримані результати дослідження свідчать про те, що всі області держави мають ресурсний потенціал для розвитку етнографічного туризму, проте, перетворити даний спеціалізований вид туризму на галузь своєї спеціалізації мають шанси лише області з високим та середнім потенціалом.

**Висновки.** Україна має багатий та різноманітний ресурсний потенціал для розвитку етнографічного туризму, достатньо гарно вивчений та збережений, який представлений всіма його різновидами. Проведене дослідження та його результати є лише однією з численних спроб провести оціночну розвідку туристсько-ресурсного потенціалу у видовому розрізі, та безумовно мають певну долю суб'єктивізму. Проте отримані результати наочно демонструють значний відрив в ресурсному забезпеченні етнографічного туризму за областями держави, і можуть бути використані при розробці та уточненні програм і стратегій розвитку галузі. Розвиток же етнографічного туризму що в майбутньому допоможе зберегти самобутність українського народу, його історію та культуру, привертатиме увагу вітчизняних і іноземних туристів, що в підсумку принесе країні збільшення конкурентоспроможності та профілювання на міжнародному туристському ринку.

Розвиток етнографічного туризму має численні переваги, зокрема: сприяє зміцненню толерантного ставлення між представниками різних етносів; стимулює створення нових робочих місць, здебільшого в сільській місцевості; сприяє збереженню матеріальної та нематеріальної спадщини корінних народів; урізноманітнює туристську пропозицію держави на міжнародному туристичному ринку та дозволяє зробити її більш профільованою та автентичною.

Таким чином, дана стаття є первинною розвідкою для подальшого вивчення та більш глибокого аналізу ресурсної бази даного виду туризму в нашій державі, розробки нових турів та екскурсійних маршрутів, створення нових об'єктів етнографічного туризму (етнографічних музеїв, музеїв національної архітектури та побуту — скансенів, етнографічних комплексів).

#### Література

1. Біржаков М. Б. Введення в туризм: [навч. посібник] / М. Б. Біржаков — СПб.: Герд — 2000. — С. 192.
2. Божко Л. Д. Культурний туризм як важливий чинник соціально-культурного розвитку регіонів України / Теорія та історія культури (філософські й культурологічні виміри) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc\\_gum/ku/2011\\_32/32-1-19.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/ku/2011_32/32-1-19.pdf). (дата звернення: 11.08.2018).
3. Бочан І. О. Вступне слово про етнотуризм / І. О. Бочан // Розвиток етнотуризму: проблеми та перспективи: Зб. матер. Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених (Львів, 2–3 березня 2011 р.) — Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України, Львівський інститут економіки і туризму. — Львів — 2001. — С. 1.
4. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>. (дата звернення: 11.08.2018).



5. Енциклопедія пам'яток [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://encyclosights.com/> (дата звернення: 11.08.2018).
6. Закон України про народні художні промисли: за станом на 16 жов. 2012р. / Верховна Рада України. — Офіц. Вид. — К.: Парлам. вид.-во, 2012.
7. Каднічанський Дмитро. Використання історико-культурної спадщини України у туризмі на прикладі скансенів / Дмитро Каднічанський // Краєзнавство. — 2012. — С. 128–137 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://resource.history.org.ua/publ/kraj\\_2012\\_1\\_128](http://resource.history.org.ua/publ/kraj_2012_1_128) (дата звернення: 11.08.2018).
8. Кузьмук О. І. Культурний туризм як інструмент формування національної ідентичності. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://old.niss.gov.ua/Monitor/desember08/23.htm>. (дата звернення: 11.08.2018).
9. Кулаковська І. М. Розвиток етнічного туризму на Житомирщині в часи становлення державності України / Київський національний університету культури і мистецтв [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://archive.nbuv.gov.ua/> (дата звернення: 11.08.2018).
10. Міністерство культури України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://mincult.kmu.gov.ua/> (дата звернення: 11.08.2018).
11. Мисяк О. М. Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні тенденції розвитку туризму». Частина II. / О. М. Мисяк — Миколаїв: ВП «МФ КНУКІМ». — 2015. — С. 145 — С. 68–71.
12. Сундуев Ч. Б., Хишектеуева Л. В. Етнотуризм як один із напрямів культурно-пізнавального туризму / Ч. Б. Сундуев, Л. В. Хишектеуева // Географія: Вісник Бурятського державного університету. — Електронні дані. — [Улан-Уде Бурятський державний університет, 2017]. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/v/etnoturizm-kak-odno-iz-napravleniy-kulturno-poznavatel'nogo-turizma> (дата звернення: 11.08.2018).
13. Трофимов Е. Н. Соціальний туризм / Е. Н. Трофимов // Соціально-оздоровчий туризм як основа реалізації соціальної політики держави з метою сталого соціально-економічного розвитку: матеріали Круглого столу. — М.: Логос — 2014. — С. 310.
14. Устименко Л. М. Культурно-освітній потенціал етнографічного туризму / Л. М. Устименко // Вісник Маріупольського державного університету. Сер.: Філософія, культурологія, соціологія — Маріуполь: Маріупольський державний університет — 2014. — С. 90–96.
15. Bolnick S. Promoting the culture sector through job creation and small enterprise development in SADC countries: the ethno-tourism industry. / S. Bolnick — ILO — 2003. — С. 50–58.
16. CIOFF [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.cioff.org/about-intro.cfm>. (дата звернення: 11.08.2018).
17. IGotoWorld.com [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://ua.igotoworld.com/ua/> (дата звернення: 11.08.2018).
18. Petroman I., Petroman C., Buzatu C., Marin D., Dumitrescu A., Statie C., Rus, I. A Religious and Ethnic Tourism Profile of Europe. / I. Petroman, C. Petroman, C. Buzatu, D. Marin, A. Dumitrescu, Statie, C., I. Rus. // Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies. — 2011. — № 44(2) — P. 490–493.
19. Wood R. E. Ethnic tourism: the state and cultural changes in Southeast Asia. / R. E. Wood // In: Annals of Tourism Research — Camden. — 1984. — P. 353–374.
20. Корягіна, С. В. Маркетинговий аудит [навч. посібник] / С. В. Корягіна, М. В. Корягін. — К.: Центр учбової літератури — 2014. — С. 320.

#### References

1. Birzhakov M. (2000). Introduction to tourism. St. Petersburg.: Gerd, 192.
2. Bozhko L. Cultural tourism as an important factor in the socio-cultural development of the regions of Ukraine. [Theory and history of culture (philosophical and cultural dimensions)]. Available at: [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc\\_gum/ku/2011\\_32/32-1-19.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/ku/2011_32/32-1-19.pdf).
3. Bochan I. (March 2–3, 2011). Introduction on ethno-tourism. Development of ethno-tourism: problems and perspectives/ [Collection of materials of Ukrainian scientific and practical conference of young scientists]. Ministry of Education and Science, Youth and Sports of Ukraine, Lviv Institute of Economics and tourism.
4. Dmytro Kadnychansky. Using of historical and cultural heritage of Ukraine in tourism on the example of scansen. Available at: [http://resource.history.org.ua/publ/kraj\\_2012\\_1\\_128](http://resource.history.org.ua/publ/kraj_2012_1_128).
5. Encyclopedia of Sights. Available at: <http://encyclosights.com/>.
6. Law of Ukraine on Folk Arts as of October 16, 2012. (2012). Verkhovna Rada of Ukraine. Kiev: Parl. publ. house.
7. Kuzmuk O. I. Cultural tourism yak instrument formavnya natsionalno i iditychnosti. Available at: <http://old.niss.gov.ua/Monitor/desember08/23.htm>
8. Kulakovska I. Development of ethnic tourism in Zhytomyr region. [Kyiv National University of Culture and Music]. Available at: <http://archive.nbuv.gov.ua/>.
9. The Ministry of Culture of Ukraine. Available at: <http://mincult.kmu.gov.ua/>

10. Misyak O. (2015). Materials of the 3rd All-Ukrainian Scientific and Practical Conference «Modern Trends in Tourism Development». Part II, P. 68–71.
11. Sunduev C., Hishektuyeva L. Ethnotourism as one of the areas of cultural and cognitive tourism. [Bulletin of the Buryat State University]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/etnoturizm-kak-odno-iz-napravleniy-kulturno-poznavatel'nogo-turizma>.
12. Trofimov E. (2014) Social and health tourism as the basis of the real social policy of the country with the help of the old social and economic development: materials for the Round Table [Social tourism]. — M.: Logos, 310.
13. Bolnick S. (2003) Promoting the culture sector through job creation and small enterprise development in SADC countries: the ethno-tourism industry. ILO, 50–58.
14. Ustyomenko L. (2014) Cultural and educational potential of ethnographic tourism Bulletin of the Mariupol State University [Philosophy, Culturology, Sociology], Mariupol: Mariupol State University, 90–96.
15. IGotoWorld.com. Available at: <https://ua.igotoworld.com/ua/>
16. Petroman, I., Petroman, C., Buzatu, C., Marin, D., Dumitrescu, A., Statie, C., & Rus, I. (2011). A Religious and Ethnic Tourism Profile of Europe. Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies, 44(2), 490–493.
17. CIOFF. Available at: <http://www.cioff.org/about-intro.cfm>.
18. Wood R. E., (1984). Ethnic tourism: the state and cultural changes in Southeast Asia. In: Annals of Tourism Research, Camden. 353–374.
19. State Statistics Service of Ukraine. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua>
20. Koryagina, S. (2014) Marketing audit studies. Allowance Lviv: Center for educational literature, 320.

**Вергун Андрій Романович**

*кандидат медичних наук, доцент кафедри сімейної медицини  
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького*

**Вергун Андрей Романович**

*кандидат медицинских наук, доцент кафедры семейной медицины  
Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого*

**Vergun Andriy**

*PhD, Associate Professor of the Family Medicine Department  
Danylo Halytsky Lviv National Medical University*

**Кульчицький Василь Володимирович**

*ординатор відділення паліативної допомоги  
Комунальне некомерційне підприємство  
«4-а міська клінічна лікарня м. Львова»*

**Кульчицкий Василий Владимирович**

*ординатор отделения паллиативной помощи  
Коммунальное некоммерческое предприятие  
«4-я городская клиническая больница г. Львова»*

**Kulchytskyj Vasyi**

*Ordinator of the Department of Palliative Care  
Communal Nonprofit Enterprise «4th City Clinical Hospital of Lviv»*

**Паращук Богдан Миронович**

*кандидат медичних наук, доцент кафедри сімейної медицини  
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького*

**Паращук Богдан Миронович**

*кандидат медицинских наук, доцент кафедры семейной медицины  
Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого*

**Paraschuk Bohdan**

*PhD, Associate Professor of the Family Medicine Department  
Danylo Halytsky Lviv National Medical University*

**Красний Михайло Романович**

*кандидат медичних наук, в.о. доцента кафедри ендокринології  
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького*

**Красный Михаил Романович**

*кандидат медицинских наук, и.о. доцента кафедры эндокринологии,  
Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого*

**Krasnyj Mykhailo**

*PhD, Acting Associate Professor of the Endocrinology Department  
Danylo Halytsky Lviv National Medical University*

**Вергун Оксана Михайлівна**

*кандидат медичних наук,  
доцент кафедри терапії № 1 та медичної діагностики ФПДО  
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького*

**Вергун Оксана Михайловна**

*кандидат медицинских наук,  
доцент кафедры терапии № 1 и медицинской диагностики ФПДО  
Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого*

**Vergun Oksana**

*PhD, Associate Professor of the Department of  
Therapy № 1 and Medical Diagnostics FPGE  
Danylo Halytsky Lviv National Medical University*

**Ютанова Алла Володимирівна**

*кандидат медичних наук, доцент кафедри сімейної медицини  
Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького*

**Ютанова Алла Владимировна**

*кандидат медицинских наук, доцент кафедры семейной медицины  
Львовский национальный медицинский университет имени Данила Галицкого*

**Yutanova Alla**

*PhD, Associate Professor of the Family Medicine Department  
Danylo Halytsky Lviv National Medical University*

## **ЛІКУВАННЯ ВРОСЛОГО НІГТЯ – РЕЗЕКЦІЯ НІГТЬОВОЇ ПЛАСТИНИ ПРИ ІНКАРНАЦІЇ, УСКЛАДНЕНІЙ ЕПОНІХЕАЛЬНИМИ ГІПЕРГРАНУЛЯЦІЯМИ: АВТОРСЬКІ ПОГЛЯДИ**

## **ЛЕЧЕНИЕ ВРОСШЕГО НОГТЯ – РЕЗЕКЦИЯ НОГТЕВОЙ ПЛАСТИНЫ ПРИ ИНКАРНАЦИИ, ОСЛОЖНЕННОЙ ЭПОНИХЕАЛЬНЫМИ ГИПЕРГРАНУЛЯЦИЯМИ: АВТОРСКИЕ ВЗГЛЯДЫ**

## **TREATMENT OF INGROWN NAIL – NAIL PLATE RESECTION OF INCARNATION, COMPLICATED BY EPONYCHEAL HYPERGRANULATIONS: AUTHORS ' VIEWS**

**Анотація.** Ускладнену інкарнацію нігтя та двобічний оніхокриптоз доцільно розглядати як комбінований рецидивний патологічний процес, при якому наявна хронічна патологічна компресія краєм нігтьової пластини білянігтьового (епоніхеального) валика та розвиток у ньому хронічного гнійного запалення. Нами вдосконалено та впроваджено оригінальне комплексне хірургічне лікування вросання нігтя з одно- та двохсторонньою інкарнацією, ускладненою епоніхеальними гіпергрануляціями, методику елімінації з застосуванням блокоподібної епоніхектомії, педикюрного подологічного інструментарію та оптимізованим виконанням парціальної матриксектомії. Ефективність запропонованої нами методики детермінується особливістю хірургічних доступів з епоніхектомією, при двохсторонньому вросанні – з формуванням клаптя Канавела та адекватною ревізією оніхокриптозно змінених ділянок нігтя, чіткішим візуальним контролем за малотравматичним виконанням інших етапів оперативного лікування подологічним педикюрним інструментарієм, з застосуванням пушерів та распатора, повноцінним виконанням парціальної маргінальної матриксектомії, що детермінує зменшення кількості рецидивів  $\chi^2=28,17$ ,  $p < 0,01$ , відповідно 3,25% у основній та 6,42% у контрольній групах. Позитивні клінічні результати є базовими критеріями для можливості впровадження у клінічну практику.

**Ключові слова:** інкарнація нігтя, комплексне хірургічне лікування, крайова резекція, застосування педикюрного подологічного інструментарію, парціальна матриксектомія.

**Аннотация.** Осложненную инкарнацию ногтя и двухсторонний онихокриптоз целесообразно рассматривать как комбинированный рецидивирующий патологический процесс, при котором имеется хроническая патологическая компрессия краем ногтевой пластины околоногтевого (эпонихеального) валика и развитие в нем хронического гнояного воспаления. Нами усовершенствовано и внедрено оригинальное комплексное хирургическое лечение врастания ногтя с одно- и двухсторонней инкарнацией, осложненной эпонихеальными гипергрануляциями, методику элиминации с применением блоковидной эпонихектомии, педикюрного подологического инструментария и оптимизированным выполнением парциальной матриксектомии. Эффективность предложенной нами методики детерминирована особенностью хирургических доступов с эпонихектомией, при двухстороннем врастании – с формированием лоскута Канавела и адекватной ревизией



онихокриптозно измененных участков ногтя, четким визуальным контролем за малотравматическим выполнением других этапов оперативного лечения подологическим педикюрным инструментарием, с применением пушеров и распатора, полноценным выполнением парциальной маргинальной матриксектомии, что детерминирует уменьшение количества рецидивов  $\chi^2 = 28,17$ ,  $p < 0,01$ , с 3,25% в основной до 6,42% в контрольной группах. Положительные клинические результаты являются базовыми критериями для возможности внедрения в клиническую практику.

**Ключевые слова:** инкарнация ногтя, комплексное хирургическое лечение, краевая резекция, применение педикюрного подологического инструментария, парциальная матриксектомия.

**Summary.** Complicated incarnation of the nail and bilateral onychocryptosis should be considered as a combined recurrent pathological process, in which chronic abnormal compression of the nail plate of the paraungual (eponychal) tissue and the development of chronic purulent inflammation are present. We have improved and implemented the original complex surgical treatment of ingrown nail with one and two-way incarnation complicated by eponychal hypergranulation, the method of elimination with the use of block-like eponectomy, pedicure podological instruments and optimized implementation of partial matrixectomy. The effectiveness of our proposed method is determined by the surgical access with eponychectomy; bilateral ingrowth – with the formation of the Canavel's flap and an adequate marginal revision of altered nail sections, a visual control of low-traumatic other stages of surgical treatment with the use of pododical podiatric pushovers and raspator, full implementation of the partial marginal matrixectomy, which determines the decrease in the relapses cases,  $\chi^2 = 28.17$ ,  $p < 0.01$ , 3.25% respectively in the main and 6.42% in the control group. Positive clinical outcomes are the basic criteria for the possibility of introducing into clinical practice.

**Key words:** nail incarnation, complex surgical treatment, marginal resection, applying of pedicure podological instruments, partial matrixectomy.

**Постановка проблеми.** Для інкарнації нігтя та оніхокриптозу, як різновиду первинного вrostання, характерна хронічна патологічна компресія краєм нігтьової пластини білянігтьового (епоніхеального) валика та розвиток у ньому хронічного гнійного запалення, нерідко — з формуванням некрозів та гіпергрануляцій [1–3]. Виникає деформація нігтьової пластини та ложа [15], гіпертрофія, гіперемія та набряк епоніхеального валика [1; 4–5], деформація матриксу нігтя [8–10; 15]. Двобічне вrostання обох країв нігтьової пластини в епоніхії спостерігається у 1–3% спостережень [1–2; 5–6; 16], нерідко — при наявності супутнього оніхомікозу [10; 14–16]. Хронічне гнійно-некротичне запалення, у ряді випадків внаслідок дії додаткового чинника, наприклад, травми, може переходити у стадію гострого епоніхеального абсцесу [1–2; 8; 16]. Недоліками видалення нігтя за Дюпюїтреном та інших відомих оперативних втручань [3–6] є неврахування морфологічних особливостей запущеного оніхокриптозу [8–10], який характеризується центральною деформацією та двобічним вrostанням патологічно змінених країв нігтьової пластини в епоніхеальні валики [1–2; 10]. Найбільша частота серед технічних причин рецидиву [8; 10; 15–16] констатована внаслідок відмови від проведення парціальної матриксектомії та травматичного виконання оніхектомії, що детермінує необхідність розробки нових способів хірургічного лікування. Найбільш близьким є спосіб лікування оніхокриптозу (врослого нігтя) першого пальця стопи, патент РФ № 2438597, МПК А61В17/00; опубл. 10.01.2012, що включає двобічну крайову резекцію врослої нігтьової пластинки, висічення ураженої шкіри і підшкірної клітковини, переміщення нігтьового валика ви-

січенням шкіри і підшкірної жирової клітковини двома гачкоподібними розрізами, що переходять з бічних поверхонь нігтьової фаланги до з'єднання їх біля вільного краю. Двома паралельними розрізами видаляють шкіру, без підшкірної клітковини, і вздовж вільного краю нігтьової пластини, з утворенням безперервної борозенки по бічних і передній сторонах пальця, зшивають краї рани по всій довжині. Недоліками прототипу є неврахування морфологічних особливостей двобічних інфікованих гіпергрануляцій, ризик первинного інфікування достатньо обширного розрізу [8–10; 12] з можливістю інфікування тканин, включаючи мікотичну мікст-інфекцію [12–13; 15]; необхідність накладання швів [1; 16], відсутність виконання парціальної маргінальної матриксектомії як антирецидивного компонента [12–14], що не завжди створює передумови для повноцінної ліквідації патологічного процесу [1; 13–16].

**Мета роботи.** Вдосконалити та впровадити оригінальне комплексне хірургічне лікування оніхоінкарнації — врослого нігтя (ВН), методику елімінації з одно- та двохсторонньою інкарнацією, ускладненою епоніхеальними гіпергрануляціями.

**Результати дослідження, їх теоретична та клінічна інтерпретація.** Згідно з даними наших попередніх досліджень, пікова частота спостережень неускладненого оніхокриптозу припадала на вікові групи 20–40 років, пік випадків деструктивних трихофітних уражень з інкарнацією краю нігтя — на субвибірці хворих 40–50 років та 50–60 років. Переважно інкарнувався галлюкс лівої стопи — 58,68% вибірки, рідше — правої стопи — у інших 39,94% вибірки, наявність патологічного вrostання нігтьових пластин галлюксів обох стоп констатовано у 1,38%. Двобічний оніхокриптоз доцільно розгля-

дати як комбінований рецидивний патологічний процес [1–6; 8; 13–14; 16]. Завдання щодо вдосконалення комплексного лікування ВН нами реалізовано шляхом впровадження виконання резекції нігтьової пластини [1–2; 8; 13; 16] з використанням подологічного інструментарію при односторонній інкарнації нігтя, ускладненій епоніхеальними гіпергрануляціями шляхом зміни послідовності виконання окремих етапів оперативного лікування [1–2], запровадження первинної повноцінної блокоподібної епоніхектомії як розширеного хірургічного доступу для візуального контролю особливостей інкарнованого краю нігтя, девульсії, малотравматичної ревізії та мобілізації патологічно змінених тканин з подальшою резекцією [1–3] та повноцінною парціальною маргінальною матриксектомією [3–5] під чітким візуальним контролем. Причинно-наслідковий зв'язок з досягнутим результатом детермінується поширенням висіченням патологічно зміненого епоніхеального валика (рис. 1) з мобілізацією патологічно змінених тканин подологічним педикюрним інструментарієм [11], з застосуванням пушерів та распатора, доповненим з метою попередження виникнення ранніх рецидивів парціальною маргінальною матриксектомією [1–2; 9–10; 13] (крайовою ексцизією матриксу нігтя, росткової зони та ложа в ділянці інкарнації), що призводить до швидкого зменшення інтенсивності больового синдрому та хронічного гнійного процесу, покращення загального стану хворого.

Після накладання турнікета на основу пальця, підготовки операційного поля та анестезії, відступивши від проксимального краю нігтя на 2–3 мм, ретрооніхеально виконують лінійний розтин м'яких тканин до нігтьової пластини, який поширюють на епоніхеальний валик, висікаючи блокоподібно змінені епоніхеальні тканини [1–2; 10] з рубцями та гіпергрануляціями [6; 8; 12–15]. Залишки епо-

ніхеальних тканин відсепаровують від краю нігтя педикюрною лопаткою для врослого нігтя, лопаттю стерильного педикюрного інструмента РЕ-60/1 (манікюрною пилкою під нахилом і з лопаттю) [11]. Візуалізують інкарнований край нігтя та проводять візуальне макроскопічне його оцінювання на предмет наявності деформацій, розшарувань, зазубрин, вогнищ гіперкератозу та оніхолізу для вибору обсягу крайової резекції.

Інкарнований край нігтя відсепаровують (рис. 2) від ложа нігтя та матриксу нігтя до візуально здорових тканин сокироподібним наконечником стерильної лопатки манікюрної РЕ-10/2 (скругленим пушером із сокироподібним распатором) та лопаттю стерильного манікюрного інструмента РЕ-30 (скругленого пушера з відігнутою лопаттю). Ніготь поздовжньо резектують гострими ножицями до візуально здорових тканин. Край нігтя після резекції зачищають напильниковим наконечником стерильної лопатки педикюрної РЕ-60 (пилки РЕ-60/2 під нахилом і пилки з загнутим кінцем). Після повторної девульсії залишків епоніхеальних тканин відігнутою лопаттю стерильного манікюрного інструмента РЕ-30/4 виконують парціальну маргінальну матриксектомію повздовжнім механічним висіченням та діатермокоагуляцією росткової зони та матриксу нігтя в ділянці вrostання. Синуси та епоніхеальний канал санують ложечкою Фолькмана та стерильним пушером. Виконують ревізії рани для тактильного виявлення зазубрин краю нігтя [6; 8; 11–13]. Останні зачищають напильниковим наконечником стерильної педикюрної лопатки [11]. Рану трикратно санують 3% розчином перекису водню та водним розчином полівідону йоду. Після повторної девульсії залишків епоніхеальних тканин лопаттю стерильного педикюрного інструмента РЕ-60/1 епоніхеальний канал виповнюють лініментом полівідону йоду.

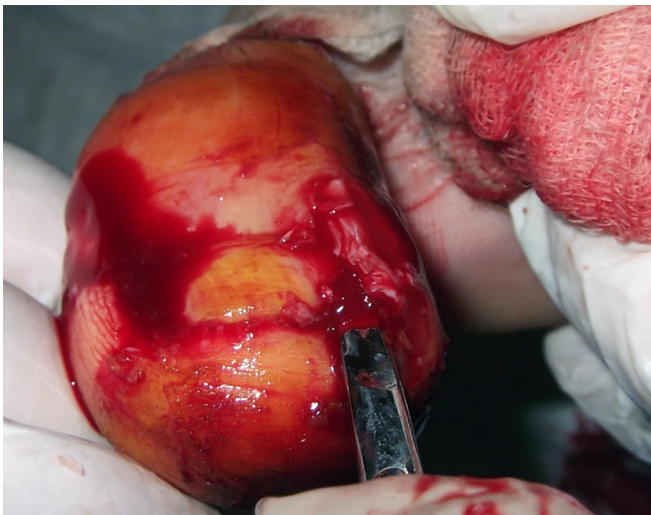


Рис. 1. Двохстороння інкарнація нігтя, ускладнена епоніхеальними гіпергрануляціями у хворої Ос-ї, 62 роки, виконане блокоподібне видалення зміненого епоніхія з гіпергрануляціями



Рис. 2. Двохстороння інкарнація нігтя, ускладнена епоніхеальними гіпергрануляціями у хворої Ос-ї, 62 роки, етап резекції нігтя та ревізії епоніхеальних каналів

При двосторонній інкарнації нігтя — ВН, ускладненому епоніхеальними гіпергрануляціями, з використанням подологічного інструментарію Stalex PRO, після накладання турнікета на основу пальця, підготовки операційного поля та анестезії, відступивши від проксимального краю нігтя на 2–3 мм, медіально ретрооніхеально виконують лінійний розтин м'яких тканин до нігтьової пластини, який поширюють на медіальний епоніхеальний валик, блокоподібно висікаючи змінені медіальні епоніхеальні тканини з рубцями та гіпергрануляціями. Медіальний розтин продовжують дистально лінійно вниз на 5 мм на пучку пальця. Залишки медіальних епоніхеальних тканин відсепаровують від медіального краю нігтя педикюрною лопаткою для врослого нігтя, лопаттю стерильного педикюрного інструмента РЕ-60/1 (манікюрною пилкою під нахилом і з лопаттю). Візуалізують інкарнований медіальний край нігтя та проводять візуальне макроскопічне його оцінювання на предмет наявності деформацій, розшарувань, зазубрин, вогнищ гіперкератозу та оніхолісису [1–3; 6; 10; 12] для вибору обсягу резекції. Інкарнований медіальний край нігтя відсепаровують від ложа нігтя та матриксу нігтя до візуально здорових тканин сокироподібним наконечником стерильної лопатки манікюрної РЕ-10/2 (скругленим пушером із сокироподібним распатором). Інкарнований медіальний край нігтя поздовжньо резектують гострими ножицями до візуально здорових тканин. Аналогічним чином, відступивши від проксимального краю нігтя на 2–3 мм, латерально ретрооніхеально виконують лінійний розтин м'яких тканин до нігтьової пластини, який поширюють на латеральний епоніхеальний валик, блокоподібно висікаючи змінені латеральні епоніхеальні тканини з рубцями та гіпергрануляціями. Латеральний розтин продовжують дистально лінійно вниз на 5 мм на пучку пальця. Залишки латеральних епоніхеальних тканин відсепаровують від латерального краю нігтя педикюрною лопаткою для врослого нігтя, лопаттю стерильного педикюрного інструмента РЕ-60/1 (манікюрною пилкою під нахилом і з лопаттю). Візуалізують інкарнований латеральний край нігтя та проводять візуальне макроскопічне його оцінювання на предмет наявності деформацій, розшарувань, зазубрин, вогнищ гіперкератозу та оніхолісису для вибору обсягу крайової резекції. Інкарнований латеральний край нігтя відсепаровують від ложа нігтя та матриксу нігтя до візуально здорових тканин сокироподібним наконечником стерильної лопатки манікюрної РЕ-10/2 (скругленим пушером із сокироподібним распатором) та лопаттю стерильного манікюрного інструмента РЕ-30/4 (скругленого пушера з відігнутою лопаттю). Інкарнований латеральний край нігтя поздовжньо резектують гострими ножицями до візуально здорових тканин. Мобілізують за Канавелом [1–2; 8] та проксимально санують змінений ретроніхеальний

валик, кутикулу і синуси. Дистальний край нігтя, медіальний та латеральний дистальні кути нігтя обкушують стерильними кусачками для врослого нігтя NE-61-12, обрізають до шкірних покривів, заокруглюють та зачищають напильниковим наконечником стерильної лопатки педикюрної РЕ-60/2 (пилка під нахилом і пилка з загнутим кінцем) та стерильною лазерною пилкою для нігтів FE-11–155. Медіальний та латеральний краї нігтя після резекції зачищають від спікул, ділянок розшарування та зазубрин. Медіальний край нігтя після резекції зачищають напильниковим наконечником стерильної лопатки педикюрної РЕ-60/1 (манікюрною пилкою під нахилом і з лопаттю) [11].

Латеральний край нігтя після резекції зачищають напильниковим наконечником стерильної лопатки педикюрної РЕ-60/2 (пилка під нахилом і пилка з загнутим кінцем). Після повторної девульсії залишків медіальних та латеральних епоніхеальних тканин відігнутою лопаттю стерильного манікюрного інструмента РЕ-30/4 виконують медіальну та латеральну поздовжню парціальну маргінальну матриксектомію механічним висіченням та діатермокоагуляцією росткової зони та матриксу нігтя в ділянках медіальної та латеральної інкарнації. Синуси та епоніхеальні канали санують ложечкою Фолькмана та стерильним пушером. Виконують ревізію медіальної та латеральної ран для тактильного виявлення зазубрин краю нігтя. Останні зачищають напильниковим наконечником стерильної лопатки педикюрної РЕ-60. Рану почергово санують 3% розчином перекису водню (рис. 3) та водним розчином полівідону йоду. Після повторної девульсії залишків медіальних та латеральних епоніхеальних тканин лопаттю стерильного педикюрного інструмента РЕ-60/1 медіальний та латеральний епоніхеальні канали виповнюють лініментом полівідону йоду і під візуальним контролем щільно гемостатично тампують по всій довжині медіальної та латеральної ран марлевими тампонами, зберігаючи відведеними залишки медіальних та латеральних епоніхеальних тканин. Нами також стверджено, що у 60–70% випадків оніхокриптозу з формуванням епоніхеальних гіпергрануляцій спостерігається їх контамінація мікотичною мікст-флорою, що детермінує розвиток дистально-латерального оніхомікозу [6–8; 10; 12; 14–17], тому після контролю гемостазу залишені тканини поверхні нігтя очищають та санують 5% аморолфіновмісним антимікотичним лаком [7; 10; 17]. Після підсихання лакового покриття знімають турнікет з основи пальця. Накладають асептичну пов'язку. Перев'язки з полівідоном йоду та ресанацию нігтів антимікотичним лаком здійснюють через день до повного загоєння ран [1–2; 10; 17].

Методику було клінічно впроваджено на базі хірургічного відділення та відділення паліативної допомоги комунальної 4 міської клінічної лікарні м. Львова. Ретро- та проспективно досліджено 414





Рис. 3. Двохстороння інкарнація нігтя, ускладнена епоніхеальними гіпергрануляціями у хворій Ос-ї, 62 роки, вид операційних ран після завершення двохсторонньої резекції

випадків вrostання, зокрема оніхокриптозу. Основна група становила 105 пацієнтів, прооперованих із додатковим застосуванням подологічного інструментарію [11]. Основна і контрольна групи були статистично співставимі за нозологічним, віковим та гендерним складом. Для порівняння досліджуваної і контрольної групи за одним показником використано  $\chi^2$ -критерій (V-square),  $\chi^2$ -критерій з поправкою Йетса на безперервність — при використанні абсолютних частот менше 10 (Yates corrected Chi-square), точний критерій Фішера (Fisher exact p) і коефіцієнт Спірмена, що стверджують ступінь впливу досліджуваного явища (етіологічного чинника, морфогенетичного механізму) на розвиток інкарнації нігтьової пластини та інших ускладнень. Стверджено, що патогенез інкарнації є достатньо складним і може представляти собою від 1 до 4 одномоментно існуючих «порочних кіл» (Circulus vitiosus),  $\chi^2=27,41$ ,  $p<0,01$ , коефіцієнт Спірмена ( $\rho$ ) у досліджуваних групах 0,552–0,617, що створює певні труднощі для повноцінного комплексного лікування та вимагає індивідуалізованого підходу для хірургічної корекції та ведення післяопераційного періоду. Відсоток рецидиву вrostання (від загальної вибірки) при класичному виконанні операційного лікування інкарнацій у межах 6,15%–13,85% відповідає світовим стандартам оцінки ефективності проведення операційних втручань з приводу інкарнації нігтя — оніхокриптозу (врослого нігтя), які дозволяють зменшити кількість післяопераційних компресійних рецидивів, ступінь впливу,  $\chi^2=31,23$ , рівень значимості,  $p<0,01$  до 1–3% загальної вибірки клінічних спостережень. Основна група включала також становила 25 осіб з двохстороннім ВН, прооперованих з застосуванням пропонованої модифікації хірургічного лікування, на яку отримано свідоцтво про раціоналізаторську пропозицію. Контрольна група становила 64 особи, прооперовані з застосуванням класичної операції

Дюпюїтрена та прототипу. Основна та контрольні групи були співставимі з віковим та гендерним складом і тривалістю захворювання.

У пацієнтів основної групи при двобічній інкарнації вдалося зберегти нігтьову пластину, виконавши крайову двобічну резекцію нігтя, тоді, як у 34 пацієнтів контрольної групи при такій же патології уражені нігтьові пластини було видалено. У 23 осіб контрольної групи при застосуванні прототипу стверджено у пізньому післяопераційному періоді наявність оніходистрофії, а у інших хворих контрольної групи — дистально-латерального оніхомікозу, що потребувало додаткового лікування. У пацієнтів основної групи післяопераційних ускладнень виявлено не було. Тривалість спостереження за учасниками дослідження склала 2 роки, у випадках інкарнаційного рецидиву — 5 років. Стверджено, що застосування монокомпонентних паліативно-декомпресійних втручань (крайової резекції нігтя чи видалення нігтьової пластини) допустиме лише у початковій стадії вrostання, при наявності незначно виражених інфільтративно-запальних змін епоніхеального валика; проте у цих випадках доцільнішим є застосування двокомпонентних [1–2; 10; 16] (умовно-радикальних з протирецидивним компонентом) втручань, з застосування малотравматичної резекції та подологічного педикюрного інструментарію, у пацієнтів основної групи,  $\chi^2=12,11$ ,  $p=0,024$ , що дозволяє значно зменшити кількість рецидивів  $\chi^2=28,17$ ,  $p<0,01$ , відповідно 3,25% у основній та 6,42% у контрольній групах. Об'єктивність оцінки ризику виникнення рецидиву вrostання у більшій мірі залежить від вираженості патологічних змін краю нігтьової пластини, у меншій мірі — від патологічних змін епоніхеальних тканин. Зростання парціального відсотка рецидиву вrostання свідчить про необхідність виконання маргінальної матриксектомії під чітким візуальним контролем [4–6; 8; 13], що досягається повноцінною девульсією та мобілізацією [1–2; 10; 13–14] і адекватно реалізується з видаленням зміненого матриксу в ділянці вrostання,  $\chi^2=18,21$ ,  $p<0,01$ , як окремого протирецидивного компонента. Зростання парціального відсотка рецидиву вrostання у групі контролю свідчило про необхідність виконання маргінальної матриксектомії під чітким візуальним контролем, що досягалося розтинами з видаленням зміненого епоніхія і адекватно було реалізовано в основній групі запропонованою нами методикою,  $\chi^2=19,23$ ,  $p<0,01$  у порівнянні з групою контролю, як окремого протирецидивного компонента хірургічного лікування [10; 13–14; 16] з послідовним використанням педикюрного подологічного інструментарію, повноцінною девульсією та мобілізацією білянігтьових тканин та оніхокриптозно змінених країв нігтів, коефіцієнт Спірмена ( $\rho$ ) у досліджуваних групах 0,54–0,62. У хворих контрольної групи діагностовано 7 випадків пізнього рецидиву оніхокриптозу, тоді як у пацієнтів основної групи випадків післяопераційної

оніходистрофії та повторного вrostання виявлено не було.

**Висновки.** Нами розроблено комплексне хірургічне лікування ВН при одно- та двобічній інкарнації, включаючи ускладнені гіпергрануляціями випадки, ефективність якого детермінується особливостями хірургічних доступів з епоніхектомією, при двохсторонньому вrostанні — з формуванням клаптя Канавела та адекватною ревізією оніхокриптозно змінених ділянок нігтя, чіткішим візуальним контр-

олем за малотравматичним виконанням інших етапів оперативного лікування подологічним педикюрним інструментарієм, з застосуванням пушерів та распатора, повноцінним виконанням парціальної маргінальної матриксектомії, що є критеріями для можливості і доцільності щодо впровадження у клінічну практику. За результатами апробації, авторська методика, на нашу думку, може бути рекомендована для стаціонарних та амбулаторних закладах охорони здоров'я.

### Література

1. Вергун А. Р. Амбулаторна хірургічна оніхопатологія / А. Р. Вергун // Львів: Сполом, 2012. — 176 с.
2. Вергун А. Р. Хірургічна оніхопатологія: клініко-епідеміологічні аспекти / А. Р. Вергун // Практична медицина. 2011. Т. XVII. — №5. — С. 106–113.
3. Гаин Ю. М. Современные взгляды на причины возникновения и основные принципы лечения вросшего ногтя / Ю. М. Гаин [и др.] // Медицинский журнал. — 2005. — № 3. — С. 17–20.
4. Aydin N. Partial removal of nail matrix in the treatment of ingrowing toenail / N. Aydin [et al.] // Acta Orthop Traumatol Turc. 2008. V. 42, N3. P. 174–177.
5. Di Chiacchio N. Nail matrix phenolization for treatment of ingrowing nail: technique report and recurrence rate of 267 surgeries / N. Di Chiacchio [et al.] // Dermatol Surg. 2010. — V. 36. — N4. — P. 534–537.
6. Erdogan F. G. Previous nail surgery is a risk factor for recurrence of ingrown nails / Erdogan F. G. [et al.] // Dermatol Surg. 2014. — V. 40. — N10. — P. 1152–1154.
7. Feldstein S. Antifungal therapy for onychomycosis in children / S. Feldstein [et al.] // Clin Dermatol. — 2015. — V. 33. — N3. — P. 333–339.
8. Haneke E. Controversies in the treatment of ingrown nails / Dermatol Res Pract. — 2012. — N5. — P. 1–12.
9. Haneke E. Taking a biopsy treating ingrown nails. Minor nail surgery in general practice MMW // Fortschr. Med. — 2003. — V. 145. — N38. — P. 41–44.
10. Nadashkevitch O. Complicated onychomycosis and ingrown nail: complex treatment (case series) / O. Nadashkevitch [et al.] // Proc. Shevchenko Sci. Soc. Medical sciences. — 2017. — 2 (L). — P. 64–68.
11. Stalex PRO. Katalogue [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.staleks.com.ua/sites/default/files/catalog/STALEKS\\_PRO\\_RU\\_web-.pdf](http://www.staleks.com.ua/sites/default/files/catalog/STALEKS_PRO_RU_web-.pdf)
12. Stewart C. L, Rubin A. I. Update: nail unit dermatopathology / C. L. Stewart, A. I. Rubin // Dermatol Ther. — 2012. — V. 25. — N6. — P. 551–568.
13. Tassara G. Treatment of ingrown nail: comparison of recurrence rates between the nail matrix phenolization classical technique and phenolization associated with nail matrix curettage — is the association necessary? / G. Tassara [et al.] // An Bras Dermatol. — 2011. — V. 86. — N5. — P. 1046–1048.
14. Tsunoda M., Tsunoda K. Patient-controlled taping for the treatment of ingrown toenails / M. Tsunoda, K. Tsunoda // Ann. Fam. Med. — 2014. — V. 12. — N6. — P. 553–555.
15. Tucker J. R. Nail Deformities and Injuries / J. R. Tucker // Prim. Care. 2015. — V. 42. — N4. — P. 677–691.
16. Vergun A. R. Chronic mycotic-associated surgical nail pathology complicated with ingrown nail (nail incarnation): the analyses of clinical cases and complex treatment. / A. R. Vergun [et al.] // International Journal of Medicine and Medical Research. — 2017. — 3 (1). — P. 33–40.
17. Zecha M. Combination of amorolfine nail lacquer and oral itraconazole: a new approach for the treatment of severe onychomycosis / M. Zecha [et al.] // JEADV. — 2001. — V. 5. — P. 67.



УДК 070:654.19(477.87)»1918/1939»

**Толочко (Каралкіна) Наталія Валеріївна**

*аспірантка*

*Ужгородського національного університету*

**Толочко (Каралкина) Наталия Валериевна**

*аспирантка*

*Ужгородского национального университета*

**Tolochko (Karalkina) Nataliia**

*Postgraduate Student of the*

*Uzhhorod National University*

**Науковий керівник:**

**Бідзіля Юрій Михайлович**

*доктор наук із соціальних комунікацій*

*Ужгородський національний університет*

**Научный руководитель:**

**Бидзиля Юрий Михайлович**

*доктор наук по социальным коммуникациям*

*Ужгородский национальный университет*

**Scientific director:**

**Bidzilya Yuriy**

*PhD in Social Communications*

*Uzhgorod National University*

## ОСОБЛИВОСТІ ДРОТОВОГО МОВЛЕННЯ У ПЕРІОД ПІДКАРПАТСЬКОЇ РУСІ

## ОСОБЕННОСТИ ПРОВОДНОГО ВЕЩАНИЯ В ПЕРИОД ПОДКАРПАТСКОЙ РУСИ

## FEATURES OF WIRE BROADCASTING DURING THE PERIOD OF THE PIDKARPATSKA RUS

**Анотація.** У статті розглянуто становлення та розвиток дротових медіа у часи Підкарпатської Русі (1918–1939 рр.). Окреслено особливості поширення радіосигналів крізь проблемно-тематичну призму у контексті суспільно-політичної ситуації. Зосереджено увагу на зародженні радіомовлення у найзахіднішій області України, що відбувалося у тісному взаємозв'язку із розвитком чехословацьких дротових медіа. У висновках систематизовано та узагальнено особливості поширення радіопрограм на території Підкарпатської Русі, вказано на проблеми створення перших місцевих дротових медіа.

**Ключові слова:** дротове мовлення, засоби зв'язку, історія радіо, Підкарпатська Русь.

**Аннотация.** В статье рассмотрено становление и развитие проводных медиа во времена Подкарпатской Руси (1918–1939 гг.). Определены особенности распространения радиосигналов сквозь проблемно-тематическую призму в контексте общественно-политической ситуации. Сосредоточено внимание на зарождении радиовещания в самой западной области Украины, что происходило в тесной взаимосвязи с развитием чехословацких проводных медиа. В выводах систематизировано и обобщено особенности распространения радиопрограмм на территории Подкарпатской Руси, указано на проблемы создания первых местных проводных медиа.

**Ключевые слова:** проводное вещание, средства связи, история радио, Подкарпатская Русь.

**Summary.** The article covers the formation and development of wired media during the period of Pidkarpatska Rus (1918–1939). Specifics of the distribution of radio signals are outlined through the problem-thematic aspects and the context of the socio-political situation. The focus is on the emergence of broadcasting in the westernmost region of Ukraine, which developed in close connection with the Czechoslovak wired media. The findings systematize and generalize the peculiarities of the distribution of radio programs on the territory of Pidkarpatska Rus, as well as the challenges of establishing the first local wired media.

**Key words:** wired broadcasting, means of communication, history of radio, Pidkarpatska Rus.

**Вступ.** Інформаційний простір Закарпаття 20–40-х років XX століття творився в особливих суспільно-історичних умовах. Міжвоєнна доба не сприяла розвитку дровових ЗМІ, особливо у крайній західній області сучасної України, яка знаходилася під владою чужих держав, та ще й перебувала під впливом русофільства, проугорських рухів, була економічно й культурно відсталою.

Актуальність нашої розвідки полягає в тому, що до цього часу не досліджено процес становлення та розвитку на Закарпатті: ані радіо, ані телебачення.

**Мета наукової статті** — охарактеризувати зародження радіомовлення на території Підкарпатської Русі, дослідити особливості поширення радіосигналів у зв'язку з політичними рухами того періоду, пояснити особливості розвитку дровових ЗМІ на території сучасного Закарпаття у міжвоєнний період.

**Теоретична основа дослідження.** У наукових розвідках про Закарпаття міжвоєнного періоду [1; 2], а також колективних працях з історії краю [3; 4] засоби масової інформації згадуються лише побіжно. Дослідники, які вивчають історію регіональних медіа, зосереджують увагу переважно на друкованих виданнях [5; 6], зокрема для національних меншин [7], постатях медійників [8; 9], оминаючи дровові засоби зв'язку. Окремим аспектам радіомовлення для русинів-українців, а точніше — передачам для Підкарпатської Русі, трансльованим з території сучасних Словаччини й Чехії, присвячено науково-популярні колективні розвідки закордонних авторів [10; 11].

**Результати дослідження.** Радіомовлення відіграло важливу роль у розвитку Підкарпатської Русі, яка у 1919 році внаслідок Сен-Жерменського мирного договору відійшла від Угорщини й була приєднана до Чехословаччини на правах автономії. У 1927 році у державі виокремилися чотири територіально-адміністративні одиниці — Чехія, Моравія і Сілезія, Словаччина та Підкарпатська Русь. Остання займала 5% всіх земель республіки і була найбільш економічно й культурно відсталою. Тому стратегічною метою державної політики, зокрема інформаційної, був поступовий розвиток цих земель, «інтеграція до суспільно-політичної й економічної систем республіки» [12, с. 24]. Сприяв цьому і відділ пропаганди, спеціально створений у Народного господарській раді Підкарпатської Русі, метою якого було: «підключатися про розширення знань про Підкарпатську Русь у західних краях республіки і закордоном, знайомити з її красотами і потребами, влаштовува-

ти виставки, готувати брошури, плакати, літучки, фільми тощо» [13, с. 66]. Подібна діяльність сприяла поживавленню культурних рухів і розвитку журналістики. До прикладу, за кількістю назв друкованих видань Закарпаття випереджало навіть Чехію і Словаччину, «у краї виходило 75 газет (4 щоденні, 27 тижневих), 42 видання типу журналів, близько десятка календарів і альманахів» [3, с. 132].

Вже у 30-х роках XX століття друковане слово почало конкурувати з новим способом розповсюдження інформації — радіо, яке чеська влада також використовувала з метою інформування, об'єднання населення Підкарпатської Русі. До прикладу, у 1932 році кількість радіопередплатників в Ужгороді сягала 800 осіб, а в цілій Підкарпатській Русі таких було близько 4-х тисяч. Вони слухали радіопередачі словацькою, чеською, угорською, єврейською мовами, трансльовані з європейських міст, однак українська в ефірі не звучала. Тож на сторінках тодішньої преси чи не вперше заговорили про окрему висилаючу станцію для Підкарпатської Русі в Ужгородському замку, яка би мовила українською. Порухував таке питання відомий письменник, журналіст, громадський діяч Василь Гренджа-Донський [Див. дет.: 14, с. 151–152].

У 1933 році починають виходити нерегулярні радіопередачі, створені на Підкарпатській Русі й трансльовані в ефірі Кошицької радіостанції. Підтвердження цього ми знайшли у періодиці 30-х років, де зазначено, що ефіри в середньому тривали близько години і мали фольклорно-етнографічне спрямування [Див. дет.: 15, с. 3; 16, с. 3]. У 1936 році радіовипуски готувалися з різних міст та містечок Підкарпатської Русі: Ужгорода, Мукачева, Сваляви, Королева, Воловця. При чому кожен населений пункт мовив у свій день тижня. В ефірі були представлені новини, прогнози погоди, традиції карпаторуського народу, бесіди на різноманітні теми, зокрема лікування домашніх тварин, концерти хорів і окремих співаків, радіоп'єси, богослужіння, колядки, культурні огляди [17, с. 8] тощо.

1 грудня 1934 року в Кошицях почала діяти окрема редакція передач під офіційною назвою «Передача для Підкарпатської Русі». Територіально вона обслуговувала ще й русько-українську громаду Східної Словаччини та взагалі русинів усієї Чехословаччини. Редакція сприяла розвитку літератури, самореалізації авторів, мала інформативний, культурно-освітній, розважальний характер, а її метою було об'єднання інтелігенції навколо радіомовлення.

Періодично готувалися навіть випуски для дітей та існувала жіноча рубрика [Див. дет.: 10, с. 3–4].

На розвитку цієї редакції позначалися політичні протистояння (народовців, русофілів, українських проугорських рухів) що простежується і на сторінках тодішніх видань. Підкарпатський відділ кошицької радіостанції в окремих статтях народовці називали «русотяпською філією» і відкрито просили не насміхатися в ефірі з української мови [Див. дет.: 18, с. 3]. Критика торкалася діяльності тогочасного редактора Андрія Рудловчака. Подібні виступи стають зрозумілими у контексті політичної ситуації: на Підкарпатській Русі в цей період активно поширювався русофільський напрям. Натомість «закарпатським русинам», попри визнання їх частиною українського народу, а мови — української, не поспішали надавати права, зокрема, право на інформацію рідною мовою. Не існувало навіть «жодної політичної партії чи організації, які б захищали права й інтереси, потреби корінного українського населення краю» [3, с. 46]. В результаті «це дозволило строкатим політичним силам — від мадяронів та карпаторосів аж до російських білоемігрантів — згуртуватися на антиукраїнській платформі» [19, с. 44–47]. Тому й перші регулярні радіопередачі, створені спеціально для жителів сучасного Закарпаття, були спрямовані саме на росіян, хоча ця нацменшина була серед найменших на Підкарпатській Русі [7, с. 240]. За чисельністю переважали українці-русини (62,2% від усього населення), за ними йшли угорці — 109.427 осіб (14%); євреї — 91.255 (11%); чехи і словаки — 33.961; німці — 13.249; румуни — 12.641; цигани — 1.357 осіб [3, с. 67]. Зате в ефірі кошицького радіо-журналу «для пару соток москалів, що вживають гостинності на Підкарпатській Русі, давали 2–3 години тижнево» [Див. дет.: 14, с. 151–152], — критикував подібну інформаційну політику на сторінках «Українського слова» письменник, журналіст, громадський діяч В. Гренджа-Донський.

У 1938 році під впливом громадськості у структурі редакції передач для Підкарпатської Русі кошицької радіостанції назріли зміни — у штат ввели додаткову посаду україномовного редактора. Однак невдовзі почався розпад Чехословацької республіки і кошицьку редакцію закрили. Двоє редакторів — А. Рудловчак та Е. Штефан переїхали до Праги, куди перевезли з собою частину радійного архіву. Але вже за рік, у 1939 році, Чехословаччину розділили вороги, а двоє згаданих редакторів переїхали до Братислави, де продовжили роботу в Словацькій радіостудії. Мовлення було відновлено у 1941–1944 роках [10, с. 20].

Крім кошицької радіостудії, у 40-х роках ХХ століття радіомовлення для русинів-українців велося в інших містах республіки. Зокрема, в березні 1943 року розпочалися щоденні радіопересилання для української меншини з радіостанції Праги, а трохи пізніше аналогічне мовлення велося і з Банської Бистриці [20, с. 92].

Трансльованих з-за кордону радіопрограм було недостатньо. Свідченням цього є те, що з середини 30-х років розпочинаються активні наполягання підкарпатських русинів щодо будівництва окремої радіостанції в Ужгороді, які однак ігнорувалися. Стимулювало закарпатських українців те, що у сусідніх з Підкарпатською Руссю Угорщині й Словаччині радіофікація стрімко розвивалася. В Угорщині навіть у малих містах, на зразок Ніредьгази, була власна радіостанція. Для Словаччини всередині 30-х років збудували третю радіостанцію в Банській Бистриці і планували звести четверту в Нітрі [21, с. 1]. Подібні процеси є свідченням того, що «реальний автономний статус краю, передбачений договорами, так і не був забезпечений чехословацьким урядом» [7, с. 81].

Однак виступи інтелігенції у пресі щодо будівництва радіостанції не були марними: у травні 1936 року газета «Неділя» повідомляла на першій шпальті, що Підкарпатська Русь виборола собі 100-кіловатну радіостанцію. Спочатку її хотіли збудувати десь в околицях Ужгорода, на Анталовецькій поляні. Однак функціонування радіостанції у цьому місці вимагало будівництва дороги з Кам'янки. До того ж, навколо не було населених пунктів. Тому станцію вирішили звести десь між Ужгородом і Середнім. Будівництво мало завершитися за 2 роки [Див. дет.: 22, с. 1].

Власне радіомовлення на території Підкарпатської Русі дійсно стало можливим лише в 1938 році, однак не з дозволу Чехословацької влади, а через суттєві політичні зміни, що назріли після підписання Мюнхенського договору 30 вересня 1938 року. Так, чотири держави — Велика Британія, Франція, Німеччина, Італія, внаслідок складного міжнародного становища Чехословаччини й активних виступів закарпатців за свої права, надали їм статус автономної республіки. 22 листопада того року парламент Чехословаччини ухвалив конституційний закон про автономію Карпатської України, сама Чехословаччина стала федеративною державою чехів, словаків і підкарпатських русинів. Новий уряд очолив Андрій Бродій — прибічник Угорщини, який досить швидко був усунутий з посади голови уряду автономії, а його наступником став Августин Волошин. У період його управління територією поряд із назвою «Підкарпатська Русь» вживалася назва «Карпатська Україна», а українська мова набула статусу офіційної. Загалом за короткий час існування Карпатської України активно розвивалася власна періодика (виходило 8 часописів) [7, с. 82], шкільництво, і врешті було налагоджено своє україномовне радіомовлення. Спочатку радіостудія розташовувалася в одній із кімнат Народного дому в Ужгороді, а в канцелярії знаходився радіоприймач, щоб ловити вісті ворожої пропаганди [23, с. 52]. Цей приймач, за спогадами В. Гренджі-Донського, доніс новину Будапештського радіо про повернення Угорщині Ужгорода, Мукачеве, Батьова, Берегова, Вилка, згідно з постановою Віденського арбітражу (2 листопада 1938 р.), що й



зумовило переїзд очільників Карпатської України до Хуста. Після зміни розташування керівництва Карпатської України з метою відслідковування ворожої пропаганди радіостанція була змонтована і в Хусті. Утім спочатку це було лише обладнання для прийому сигналів інших станцій. На територію Карпатської України у цей час мовили чеські радіостанції, однак це були дуже скупи відомості, до того ж нерідко неправдиві, маніпуляційні. Тому з чеською радіовисильнею українські державотворці ворогували. Стосунки погіршилися зокрема після того, як чехи відмовилися зачитувати в ефірі новини про демонстрації проти нового чеського міністра Прхала. Тому Пресова Служба Карпатської України користувалася і радіохвилями в Банській Бистриці та Пряшеві [7, с. 83].

У лютому 1939 року в Хусті починають спорудження самостійної радіовисильні. Вивченням території займалися чеські інженери, які констатували, «що околиця непригожа і що нема відповідної будови», тому радіостудію розташували у приміщенні, де засідала влада Карпатської України, «антени не будували окремо, тільки приспособили на те бляшану вежу реформатської церкви» [Див. дет.: 23, с. 176]. Коли радіостанція налагодила інформування, «головним голосом радіо Карпатської України стала диктор Маруся Ігнатишин» [7, с. 83]. Підтвердження факту існування української короткохвильової радіостанції в Хусті на початку 1939 року знаходимо і в праці українського науковця І. Маценка [20, с. 92].

Саме за допомогою радіо Августин Волошин ще в переддень Сойму 1939 року повідомляв про зміну заграничної ситуації Карпатської України, а також

офіційне вирішення питання суверенності держави. «Але вже і до остаточного рішення Сойму наша влада і Національна Рада вже тепер проголошує нашу незалежність», — виголосив він в ефірі, у такий спосіб сповістивши слухачів про самостійність Карпатської України. У цьому ж повідомленні було названо склад нового уряду [23, с. 236].

Таким чином, зародження радіомовлення у найзахіднішій області України відбувалося у тісному взаємозв'язку з розвитком чехословацьких дровових медіа і в контексті суспільно-політичної ситуації. З самого початку приєднання Підкарпатської Русі до Чехословаччини в ефірі кошицької радіостанції лунали передачі для русинів-українців, метою чого було інформування, інтеграція економічно й культурно відсталі території. Однак невдовзі таких передач виявилось замало, тому з початку 30-х років місцева інтелігенція почала виборювати собі право на окремий ефірний час у кошицькому радіожурналі, а згодом і власну радіовисильню на території Карпатської України. Утім чехословацька влада не поспішала створювати у цій частині республіки радіостанцію, попри обіцянки автономності й заснування подібних студій в інших великих містах. Перші радіосигнали із території Підкарпатської Русі пролунали у 1938–1939 роках. Потреба власного дровового ЗМІ у цей час мала передусім політичний мотив і була важливою у контексті формування державності, існування Карпатської України. Однак короткий період існування та піднесення дровового мовлення у Хусті завершився у зв'язку зі зміною політичної ситуації на території Карпатської України через її захоплення хортиською Угорщиною.

### Література

1. Данилюк Д. Д. Історія Закарпаття: навчальний посібник з краєзнавства / Ред. Л. Ільченко. Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України; Держ. вищий навч. заклад «Ужгородський національний університет». — Ужгород: Вид-во В. Падяка, 2013. — 304 с.
2. Худіш, П. М. Закарпаття в контексті чехословацько-радянських відносин (1944–1948 рр.): автореф. дис. канд. іст. наук: 07.00.01 / П. М. Худіш; ДВНЗ «Ужгород. нац. ун-т». — Ужгород, 2016. — 17 с.
3. Закарпаття 1919–2009 років: історія, політика, культура / Під ред. М. Вегеша, Ч. Фединець [Редколег. Ю. Остапець, Р. Офіцинський, Л. Сорко, М. Токар, С. Черничко; Відп. за вип. М. Токар]. — Ужгород: Видавництво «Ліра», 2010. — 720 с.
4. Нариси історії Закарпаття. Т. II (1918–1945) / Ред. кол.: Гранчак І., Балагурі Е., Грицак І., Ілько В., Поп І. — Ужгород, вид. «Закарпаття», 1995. — 665 с.
5. Лісовий П. Журналістика Закарпаття 50–70-х рр. XIX століття і її зв'язки з іншими українськими землями та Росією: [конспект лекцій] / П. М. Лісовий. — Ужгород, 1969. — 54 с.
6. Ґабор В. Українські часописи Ужгорода (1867–1944 рр.): Історико-бібліографічне дослідження / Василь Ґабор // Наук. ред.-консультант д-р іст. наук М. М. Романюк. — Львів, 2003. — 564 с.
7. Бідзіля Ю. М. Періодика транскордоння в контексті міжнаціональної комунікації: монографія / Юрій Бідзіля. — Ужгород Вид-во ПП «Аутдор-Шарк», 2016. — 472 с.
8. Вегеш, М. М. Августин Волошин: життя і помисли президента Карпатської України / М. М. Вегеш, М. І. Кляп, В. Ю. Тарасюк, М. Ю. Токар. — 2-ге вид., допов. — Ужгород: Карпати, 2009. — 480 с.
9. Барчан, Олеся Василівна. Публіцистика Василя Ґренджі-Донського 20–30-х рр. XX століття: монографія / О. В. Барчан; М-во освіти і науки України, Ужгород. нац. ун-т, Каф. журналістики. — Ужгород: Ліра, 2017. — 200 с.
10. 65-річне радіо [Текст] = 65-rosny rozhlas / упоряд. П. Богдан: Словацьке радіо, 1999. — 24 с.



11. 50 років українського радіомовлення в Чехословаччині / упорядник О. Рудловчак. Автори історичного нарису «На порозі другого півстоліття» О. Рудловчак, А. Ковач. Пряшів, 1984. — 159 с.
12. Росул Т. Образ Підкарпатської Русі в Чехословацькому кінематографі (1919–1938) / Тетяна Росул // Студії мистецтвознавчі. — № 1 (2016). — С. 24–32.
13. Подкарпатская Русь за годы 1919–1936. — 3-е переизд. — Ужгород: Клуб Т. Г. Масарика в Ужгороде, 2013–2014. — 196 с.
14. Твори Василя Гренджі-Донського. Том XII. / Літературна редакція: проф. д-р. Василь Лев. — Видання Карпатського Союзу, Інк. Відділ у Вашингтоні, Д.К. 1992. — 562 с.
15. Б/А. Радіопередача із Ужгорода 8.1.1933 года // Карпаторусский голос. — 11 січня 1933 року. — № 7 (181). — С. 3.
16. Б/А. Друга радіопередача з Ужгорода // Карпаторусский голос. — 19 лютого 1933. — № 38 (212). — С. 3.
17. Б/А. Радіопрограма в кошицької кудиостанції // Неделя. — 5 січня 1936. — № 1. — С. 8.
18. Свій. Буде радіовисилаюча станція в Ужгороді чи не буде? // Українське слово. — 3 жовтня 1935 року. — № 34 (127). — С. 3.
19. Белей Л. Маски й гримаси національного відродження Закарпаття // Український тиждень. — № 48 (109), 27 листопада–3 грудня 2009 р. — С. 44–47.
20. Мащенко І. Г. Хроніка українського радіо і телебачення в контексті світового аудіовізуального процесу / І. Г. Мащенко. — Київ, 2005. — 382 с. — С. 92.
21. Б/А. Необходимо в Ужгороді построить русскую радиостанцию // Карпаторусский голос. — 9 грудня 1933. — № 265 (439). — С. 1.
22. Б/А Около Подкарпатской радиостанции // Карпаторусский голос. — 24 травня 1936. — № 20. — С. 1.
23. Твори Василя Гренджі-Донського. Щастя і горе Карпатської України. Щоденник. Т. 8. / Л-на редакція: проф. д-р Василь Лев. — Видання Карпатського Союзу, Інк. Відділ у Вашингтоні, Д.К., 1987. — 487 с.

**Волинська Леся Сергіївна**

*студентка*

*Національного університету харчових технологій*

**Волинская Леся Сергеевна**

*студентка*

*Национального университета пищевых технологий*

**Volynska Lesia**

*Student of the*

*National University of Food Technologies*

**Кравчук Надія Миколаївна**

*кандидат технічних наук, доцент кафедри ТРiАП*

*Національний університет харчових технологій*

**Кравчук Надежда Николаевна**

*кандидат технических наук, доцент кафедры ТРиАП*

*Национальный университет пищевых технологий*

**Kravchuk Nadiia**

*Candidate of Technical Science, Assistant Professor of*

*Technology of Restaurant and Ayurvedic Products Department*

*National University of Food Technologies*

**Корецька Ірина Львівна**

*кандидат технічних наук, доцент кафедри ТРiАП*

*Національний університет харчових технологій*

**Корецкая Ирина Львовна**

*кандидат технических наук, доцент кафедры ТРиАП*

*Национальный университет пищевых технологий*

**Koretska Iryna**

*Candidate of Technical Science, Assistant Professor of*

*Technology of Restaurant and Ayurvedic Products Department*

*National University of Food Technologies*

## **ВИКОРИСТАННЯ ПЮРЕ З ПРОРОЩЕНИХ БОБІВ МУНГ (МАШ) ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОНДИТЕРСЬКИХ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЮРЕ ИЗ ПРОРОЩЕННЫХ БОБОВ МУНГ (МАШ) ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

## **USING SPROUTED BOBS MUNG PUREE AT PRODUCTION FLOUR CONFECTIONERY**

**Анотація.** Досліджено доцільність використання пюре з пророщених бобів мунг (маш) при виробництві борошняних кондитерських виробів та перспективи впровадження даних виробів в заклади ресторанного бізнесу.

**Ключові слова:** боби мунг (маш), борошняні кондитерські вироби, білки, амінокислотне число.

**Аннотация.** Исследовано целесообразность использования пюре из пророщенных бобов мунг (маш) при изготовлении мучных кондитерских изделий и перспективы внедрения данных изделий в заведения ресторанного бизнеса.

**Ключевые слова:** бобы мунг (маш), мучные кондитерские изделия, белки, аминокислотное число.

**Summary.** The expediency of using puree mung (mash) beans in the production of flour confectionery products and the prospects for the introduction of these products in the restaurant business has been investigated.

**Key words:** mung beans (mung bean), flour confectionery products, proteins, amino acid score.

**Вступ.** Поганий стан екології, постійні стреси, малорухливий спосіб життя — все це може стати причиною виникнення аліментарних захворювань. Тож важливим напрямком розвитку харчової промисловості є розробка страв масового споживання оздоровчого призначення.

Однією з глобальних проблем сучасності є проблема неадекватного харчування, а як наслідок в організм людини надходить мала кількість поживних речовин — зокрема — білків. Сьогодні в світі існує дефіцит харчового білка і недолік його в найближчі десятиліття, ймовірно, збережеться. На кожного жителя Землі припадає близько 60 г білка в добу, при нормі 70 г. [1]

За даними Інституту харчування РАМН, починаючи з 1992 р. в пострадянських країнах споживання тваринних білкових продуктів знизилось на 25–35% і відповідно збільшилося споживання їжі, багатой на вуглеводи (картоплі, хлібопродуктів, макаронних виробів). Середньодушове споживання білку зменшилося на 17–22%: з 47,5 до 38,8 г/добу білку тваринного походження (49% проти 55% рекомендованих); в сім'ях з низьким доходом споживання загального білку в добу не перевищує 29–40 г. [1]

Одним з провідних напрямків харчових технологій на сьогодні є розробка харчових продуктів з підвищеною харчовою цінністю. Одним з продуктів, які здатні значно підвищити рівень білку в готовому виробі є боби мунг (маш).

Маш, або боби мунг (лат. *Vigna radiata*) — однорічна трав'яниста рослина; вид роду Вигна сімейства Бобові; зернобобова культура походженням з Індії. Насіння маленькі, зелені, овальної форми. Термін «мунг» походить з мови хінді. Історичною батьківщиною рослини є Пакистан, Індія і Бангладеш, але в промислових масштабах культивують її і в Індонезії, М'янмі, Китаї, Таїланді та на Філіппінах [2].

Страви з бобів маш прискорюють перистальтику кишечника та знижують рівень холестерину в організмі. Боби мунг добре засвоюються організмом.

Боби мунг (маш) добре підходять для пророщування. Пророщені боби мають високий вміст білку. Це дозволяє отримувати готовий виріб з підвищеним вмістом білку.

**Об'єкт дослідження:** характеристика і показники якості борошняних кондитерських виробів з використанням пюре з пророщених бобів мунг (маш): органолептичні і фізико-хімічні.

**Предмет дослідження:** кекс безглютеновий (контроль), боби мунг (маш), пюре з пророщених бобів мунг (маш).

**Методи досліджень:** в лабораторних умовах проводили пророщування зерен бобів мунг (маш).

Пророщування проводили за температури води +20–22°C протягом 48 год. Висушування проводили у сушильній шафі прискореним методом при температурі 130°C.

В лабораторних умовах випікали безглютеновий борошняний кондитерський виріб — кекс безглютеновий [3]. При виробництві кексу з метою збагачення рослинним білком, а також урізноманітнення асортименту виробів заміняли частину борошна кукурудзяного на пюре з пророщених бобів мунг у кількості 15, 20, 25% від маси борошна. В ході експерименту досліджували зміни органолептичних показників та порівнювали його з контрольним зразком. В готових виробах визначали масову частку сухих речовин (вологи), вміст сирого білку, розраховували амінокислотний скор борошняних кондитерських виробів — кекс безглютеновий та дослідного зразка безглютенового кексу спеціального призначення.

Кекси випікали в печі ЕП-3 при температурі 180° із зволоженням пекарної камери. Для покращення органолептичних характеристик виробу у тісто додавали какао-порошок. Маса тістової заготовки — 87±1 г, маса готового кексу — 70±1 г.

**Результати досліджень.** Маш, або боби мунг (лат. *Vigna radiata*) — однорічна трав'яниста рослина; вид роду Вигна сімейства Бобові; зернобобова культура походженням з Індії. Насіння маленькі, зелені, овальної форми.

Боби маш — помірно калорійний дієтичний харчовий продукт, який містить значну кількість білку, клітковини та здатний в деякій мірі замінити м'ясо для людей, які дотримуються вегетаріанського харчування. Страви з бобів маш прискорюють перистальтику кишечника та знижують рівень холестерину в організмі. Боби мунг добре

Таблиця 1

Вміст білку а бобах мунг до та після пророщування

| Показник                                    | Масова частка в бобах мунг (маш),% |                    |
|---------------------------------------------|------------------------------------|--------------------|
|                                             | До пророщування                    | Після пророщування |
| Волога і летучі речовини                    | 11,71                              | 56,81              |
| Вміст сирого білку, в перерахунку на а.с.р. | 21,63                              | 27,51              |

засвоюються організмом, саме завдяки цій властивості їх рекомендовано дітям, людям похилого віку, а також людям, які проходять реабілітацію після перенесення хвороб.

Боби мунг (маш) добре підходять для пророщування. Пророщені боби мають високий вміст білку. Це дозволяє отримувати готовий виріб з підвищеним вмістом білку.

Вміст білку до та після пророщування наведено в таблиці 1.

З наведених даних видно, що пророщені боби мають більший вміст білку в порівнянні з бобами до пророщування.

Для дослідження було обрано склад пюре: пророщені боби та вода. Дослідження показали, що оптимальною кількістю заміни пюре є 25% від маси борошна, оскільки при цьому забезпечуються найкращі органолептичні показники готової продукції. Результати органолептичної оцінки наведені в таблиці 2.

В результаті дослідження отримали новий функціональний виріб, який за органолептичними характеристиками значно відрізняється від контрольного зразка. 3-й зразок має відмінний зовнішній вигляд,

дрібнопористу консистенцію, дещо вологішу за контрольний зразок, смак приємний, не відчувається кукурудзяне борошно, смак готового виробу дещо нагадує смак кексу з пшеничного борошна.

Використання пюре з пророщених бобів мунг (маш) дозволяє підвищити амінокислотне число виробів. Для цього було розраховано амінокислотне число контрольного та дослідного зразка.

Амінокислотне число виробів (на 100 г продукту) наведено в таблиці 3.

Як видно з даних таблиці, амінокислотне число в кексах з пророщених бобів мунг (маш) збільшується в 2–3 рази в порівнянні з контрольним зразком.

Боби мунг (маш) не містять такої групи білків, як глютен, тому можуть використовуватися в харчуванні людей, хворих на целиацію.

Органолептичні показники дослідного зразка відповідають очікуванам (табл. 4), мали значно вищу оцінку при дегустації, крім цього дослідний зразок має підвищену біологічну цінність за рахунок підвищення в ньому рівня білку.

Виробництво кексів з використанням пюре з пророщених бобів мунг (маш) є перспективним з точки

Таблиця 2

## Органолептична оцінка дослідних зразків

| Зразок           | Показник                                  |                   |                                          |                                          |                                                       |
|------------------|-------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                  | Зовн. в-д                                 | Колір             | Смак                                     | Аромат                                   | Консистенція                                          |
| Контроль         | Виріб правильної форми, без підгоріlostей | Світло-жовтий     | Солодкий, з присмаком кукурудзи          | Приємний, властивий доданим інгредієнтам | Пухка, пориста                                        |
| 1-й зразок (15%) | Виріб правильної форми, без підгоріlostей | Світло-коричневий | Солодкий, з присмаком какао та кукурудзи | Приємний, без зайвих ароматів            | Пориста, пухка                                        |
| 2-й зразок (20%) | Виріб правильної форми, без підгоріlostей | Коричневий        | Солодкий, з присмаком кукурудзи          | Приємний, без зайвих ароматів            | Пориста, значно відрізняється від контрольного зразка |
| 3-й зразок (25%) | Виріб правильної форми, без підгоріlostей | Шоколадний        | Солодкий, без присмаку кукурудзи         | Приємний, властивий доданим інгредієнтам | Дрібнопориста, пухка                                  |

Таблиця 3

## Амінокислотне число контролю та дослідного зразку

| Амінокислота        | Амінокислотне число |                  |
|---------------------|---------------------|------------------|
|                     | Контроль            | Дослідний зразок |
| Валін               | 6,13                | 15,0             |
| Гістидин            | 5,76                | 19,58            |
| Ізолейцин           | 7,53                | 15,9             |
| Лейцин              | 8,98                | 15,38            |
| Лізин               | 3,79                | 14,65            |
| Метіонін+цистеїн    | 9,21                | 11,77            |
| Треонін             | 5,82                | 14,43            |
| Триптофан           | 6,97                | 17,91            |
| Фенілаланін+тирозин | 9,32                | 22,74            |



Таблиця 4

## Порівняльна оцінка органолептичних показників

| Показник         | Контрольний зразок                                              | Дослідний зразок                                                         |
|------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Зовнішній вигляд | Тримає задану форму, на розрізі має нерівномірні пори           | Тримає задану форму, на розрізі має однорідну структуру                  |
| Колір            | Жовтуватий, відповідає кольору виробам з кукурудзяного борошна  | Кремовий, відповідний складу інгредієнтів                                |
| Консистенція     | Однорідна, крихка, суха                                         | Однорідна, розсипчаста, м'яка, в міру волога                             |
| Смак             | Надмірно солодкий, з присмаком кукурудзи                        | Гармонійний, в міру солодкий, без присмаку кукурудзи та зайвих присмаків |
| Запах            | Притаманний інгредієнтам, з яскравовираженим ароматом кукурудзи | Гармонійний, притаманний інгредієнтам                                    |

зору впровадження в заклади ресторанного господарства. Виробництво таких кексів не передбачає використання специфічного обладнання та спеціальних навичок. З точки зору продажів, впровадження в меню закладу такої продукції дозволить залучити до закладу нових потенційних споживачів, оскільки на сьогоднішній день все популярнішим серед населення України стає споживання страв з використанням нетрадиційної сировини, страв підвищеної біологічної цінності.

**Висновки.** Досліджено зміни в фізико-хімічному складі бобів мунг (маш) при пророщуванні; доцільність їх використання при приготуванні борошняних кондитерських виробів з метою підвищення вмісту білку, виведена найбільш вдалий рецептурний склад дослідного зразку; розрахований амінокислотне число контрольного та дослідного зразку; доведено перспективність впровадження дослідного зразку в меню закладів ресторанного господарства.

## Література

1. Рудава, С. І. Економічні проблеми раціонального харчування та його роль у покращенні здоров'я населення України [Текст] / С. І. Рудава // Вісник Вінницького національного медичного університету. — 2013. — Т. 17, № 2.
2. Маш. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Маш> (дата звернення: 06.11.2018 р.).
3. Патент 20732 UA, МПК A23G 3/00 (2006.01), Кекс безглютеновий / Дорохович А. М., Бабіч О. В., Дорохович В. В.; заявник Національний університет харчових технологій. — u200607974; заявл. 17.07.2006; опубл. 15.02.2007, бюл. № 2, 2007 р.
4. Капрельянц Л. В., Іоргачова К. Г. Функціональні продукти. — Одеса: Друк, 2003. — 312 с.
5. Гонський А. Я., Максимчук Т. П., Калинський М. І. Біохімія людини. — Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. — 741 с.
6. Махінко, В. М. Розрахунок біологічної цінності харчових продуктів та раціонів за методикою PDCAAS / В. М. Махінко, І. О. Соколовська, Л. М. Черниш // Зернові продукти і комбікорми. — 2017. — Том 17. № 1.
7. Єрмоленко, М. Використання нетрадиційної сировини в закладах ресторанного господарства / Марія Єрмоленко, Оксана Арпуль, Тетяна Сильчук // Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: програма і матеріали 80 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 10–11 квітня 2014 р. — К.: НУХТ, 2014. — Ч. 3.

УДК 66.067.8.09:54.058

**Демчук Іванна Михайлівна**

*провідний інженер центральної лабораторії*

*ПАТ «АЗОТ»*

**Демчук Иванна Михайловна**

*ведущий инженер центральной лаборатории*

*ОАО «АЗОТ»*

**Demchuk Ivanna**

*Leading Engineer of the Central Laboratory*

*JSC «AZOT»*

**Столяренко Геннадій Степанович**

*доктор технічних наук, професор,*

*завідувач кафедри хімічних технологій та водоочищення*

*Черкаський державний технологічний університет*

**Столяренко Геннадий Степанович**

*доктор технических наук, профессор,*

*заведующий кафедрой химических технологий и водоочистки*

*Черкасский государственный технологический университет*

**Stolyarenko Hennadiy**

*Doctor of Engineering, Professor,*

*Head of the Department of Chemical Technology and Water Treatment*

*Cherkasy State Technological University*

## **СПОСІБ ОЧИСТКИ СТОКІВ ВИРОБНИЦТВА КАРБАМІДУ ДЕСТРУКТИВНИМ МЕТОДОМ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОХВИЛЬ ТА ІОНООБМІННИХ МАТЕРІАЛІВ**

## **СПОСОБ ОЧИСТКИ СТОКОВ ПРОИЗВОДСТВА КАРБАМИДА ДЕСТРУКТИВНЫМИ МЕТОДАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОВОЛН И ИОНООБМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

## **METHOD OF CLEANING THE DRAINS OF MANUFACTURE OF CARBAMIDE BY DESTRUCTIVE METHODS USING MICROWAVES AND ION-EXCHANGE MATERIALS**

**Анотація.** Розроблено новий спосіб очистки стічних вод виробництва карбаміду до стадії десорбції та гідролізу, спрямований на створення рекупераційних технологій. Розглянутий спосіб несе в собі позитивний економічний (за рахунок зниження собівартості карбаміду та заощадження енергоресурсів) та екологічний вплив (за рахунок зменшення навантажень на біологічні очисні споруди). Для очистки конденсатів сокової пари виробництва карбаміду використано метод електрохімічної деструкції з наступним аніонуванням та катіонуванням.

Результати дослідження нового способу очистки конденсатів сокової пари: ступінь переробки гіпохлориту натрію становить  $99,5 \div 100\%$ ; ступінь очищення стічних вод від сполук, що містять зв'язаний Нітроген становить  $96 \div 98\%$ . Дана розробка має практичну значимість: отримана очищена вода може бути використана в якості живильної води котлів, оборотної води для теплообмінних установок, а також у виробництві азотної кислоти.

**Ключові слова:** стічні води, карбамід, очистка, гідразин, хвильовий реактор.

**Аннотация.** Разработан новый способ очистки сточных вод производства карбамида до стадии десорбции и гидролиза, направленный на создание рекуперационных технологий. Рассматриваемый способ несет в себе положительный эконо-

мический (за счет снижения себестоимости карбамида и сбережения энергоресурсов) и экологический эффект (за счет уменьшения нагрузок на биологические очистные сооружения). Для очистки конденсатов соковой пары производства карбамида использован метод электрохимической деструкции с последующей доочисткой на ионообменных материалах.

Результаты исследования нового способа очистки конденсатов соковой пары: степень переработки гипохлорита натрия составляет 99,5÷100%; степень очистки сточных вод от соединений, содержащих связанный азот составляет 96÷98%. Данная разработка имеет практическую значимость, а именно: очищенная вода может быть использована в качестве питательной воды котлов, оборотной воды для теплообменных установок, а также в производстве азотной кислоты.

**Ключевые слова:** сточные воды, карбамид, очистка, гидразин, волновой реактор.

**Summary.** A new wastewater treatment method has been developed for the production of urea to the stage of desorption and hydrolysis, aimed at creating recovery technologies. The considered method carries a positive economic (by reducing the cost price of urea and saving energy resources) and environmental impact (by reducing the burden on biological treatment plants). The method of electrochemical degradation followed by anionization and cationization was used to purify condensates of juice carbamide production pair.

The results of the study of a new method for cleaning condensates of a juice pair: the degree of processing of sodium hypochlorite is 99.5÷100%; the degree of wastewater treatment from compounds that contain bound nitrogen is 96÷98%.

Practical value: the proposed technical solution allows to minimize energy consumption for urea production; purified water can be used as feed water for boilers, circulating water for heat exchangers, and also for the production of nitric acid.

**Key words:** waste water, urea, sewage treatment, hydrazine, wave reactor.

**Постановка проблеми.** Для хімічної промисловості питання повернення стоків у виробництво особливо актуальне, так як кошторис такої статті витрат, як «Утилізація рідких відходів» прямопропорційно впливає на собівартість продукції. При виробництві карбаміду продуктивність 1000 т/добу утворюється велика кількість стічних вод ~ 150 м<sup>3</sup>/добу. Більша частина стічних вод утворюється у вузлі конденсації сокової пари в процесі вакуум-випаровування розчинів карбаміду. Дані стічні води в своєму складі містять сполуки зв'язаного Нітрогену та розчинену вуглекислоту. Цінність даних стоків обумовлена низьким вмістом розчинених металів (до 0,01% масового), відсутністю органічних речовин, що визначаються за такими показниками як: хімічне споживання кисні (ХСК) та біохімічне споживання кисню (БСК), відсутністю розчинених хлорид-, нітрат-, сульфат- та фосфат-іонів. На процес очистки даних стоків затрачається близько 126000 грн/добу, за умови продуктивності роботи агрегату синтезу карбаміду 330000т/рік [1–2].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Що стосується існуючих способів утилізації стічних вод виробництва карбаміду, у попередніх дослідженнях [1] опрацьовані праці Коряжина С. П., Ульянова С. В. та Юдина Т. Д..

Всі термічні методи очистки КСП передбачають потребу доочищати стоки на установках нітриденітрифікації (НДФ). Як відомо, ефективність очищення стоків на установках НДФ від амонійного азоту в середньому по Україні, складає близько 77%, при середній концентрації амонійного азоту на вході на рівні 30 мг/дм<sup>3</sup> [3]. Тобто, перед подачею стічних вод виробництва карбаміду після стадії десорбції та гідролізу на установки НДФ, їх необхідно додатково розвести побутовими стоками. Крім цього необхідно забезпечити оптимальні умови функціонування

установок НДФ, що на практиці є досить складним та енергоємним процесом [4–8]. Згідно статистичних даних, щороку в поверхневій водні об'єкти України після очисних споруд потрапляє близько 20 тис. тонн зв'язаного азоту [3].

Опрацьовані наукові праці, присвячені очищенню стічних вод виробництва меламіну, в яких присутній карбамід. В даному напрямку опрацьовані наукові досягнення Костіна О. Н. та Ніколаєва Є. Ю., які запропонували очищати стічні води виробництва меламіну шляхом термічного гідролізу стічної води в дві стадії [9]. Також були проаналізовані інші способи очистки стоків виробництва меламіну які дають можливість знизити вміст амідного азоту в стоках. Основним є метод термічної деструкції [10], який принципово не відрізняється від процесів гідролізу, так як потребує використання високих температур та відгонки газової фази.

Також проаналізована можливість використання мембранних технологій для очистки води від сполук азоту [11]. Мембранні методи забезпечують достатній ступінь очистки забруднених сполуками азоту стоків, але вони економічно нерентабельні. Згідно даних, описаних в роботі Кодай Б. Д. метод ультрафільтрації дозволяє очищати стічні води, що в своєму складі містять низькомолекулярні сполуки з молярною масою більше за 594 г/моль, очистку від яких проводять на мембранах марки UM05 «Амикон». Для очистки стічних вод виробництва карбаміду можна використовуватися лише метод зворотного осмосу [12].

Розробка способу утилізації стічної води виробництва карбаміду дасть можливість не тільки знизити затрати на виробництво карбаміду, а і зменшити навантаження на установки НДФ.

**Постановка завдання.** На основі викладеного можна сформулювати завдання дослідження — розробити

такий спосіб очищення стічних вод виробництва карбаміду який би забезпечив можливість повернення очищеної води у виробництво, наприклад: для повторного використання в якості сировини, для використання очищеної води в системах оборотного водопостачання теплообмінних установок або для використання в якості живильної води для котлів. Тобто розробити такий спосіб деструкції амідного та амонійного азоту у конденсаті сокової пари в результаті якого на виході якості води буде відповідати вимогам, зазначеним у навчальному посібнику Кудряшова «Подготовка воды для питания паровых и водогрейных котлов» [13].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Якісний та кількісний склад конденсатів сокової пари до виробництва карбаміду до стадії десорбції та гідролізу наведено в таблиці 1. Також у таблиці 1 вказана масова витрата кожного з компонентів стоків. В якості представницької проби та для проведення досліджень відібрані стічні води агрегату синтезу карбаміду по стріпінг-процесу з регламентованою продуктивністю 330000 т/рік. Процес отримання карбаміду при стріпінг-процесі здійснюється взаємодією газоподібного діоксиду вуглецю та рідкого аміаку у системі синтезу при температурі від 170 °С до 185 °С і тиску від 13,4 МПа до 14,4 МПа (від 134 до 144 кгс/см<sup>2</sup>). Розчин, що складається з карбаміду, карбамату амонію, води та аміаку підлягає дистиляції при тиску від 0,25 МПа до 0,29 МПа (від 2,5 до 2,9 кгс/см<sup>2</sup>).

Густина конденсатів сокової пари знаходиться в діапазоні 1,01±0,004г/см<sup>3</sup>, водневий показник рН = 10,2±0,2. Також проведено аналіз конденсатів на вміст хлорид, фосфат та сульфат іонів, після якого підтверджена їх відсутність.

Відомий спосіб очищення стічних вод виробництва карбаміду [14], який дає можливість повертати стічні води в промисловість. Суть його полягає в наступному: конденсат сокової пари проходять стадію гідролізу та десорбції, далі стоки піддають обробці активним хлором з подачею повітря при рН 6,5÷8 в кількості 5÷7 вагових частин на 1 вагову частину Нітрогену амонійного з подальшим аніонуванням. Вищезгаданий спосіб забезпечує ефективну очистку стічних вод та їх повторне використання в системі оборотного водопостачання або в якості живильної води для котлів, але володіє декількома недоліками: він технологічно складний та багатоступеневий, потребує застосування великої кількості пари на стадії десорбції та гідролізу, потребує застосування підвищених температур при переробці амідного і амідного Нітрогену, процеси десорбції та гідролізу протікають при надлишковому тиску — від 0,28 до 1,8 МПа, а також запропонований спосіб рекуперації стоків шляхом деструкції зв'язаного Нітрогену активним хлором з подальшим аніонуванням не може бути використаний для очищення стоків з більш високим вмістом концентрації карбаміду та аміаку без залучення термічних способів очистки (процесів десорбції та гідролізу).

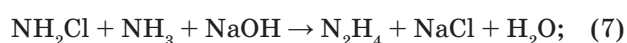
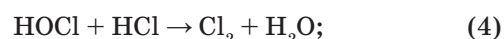
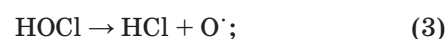
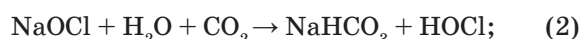
Таблиця 1

**Масова витрата конденсату сокової пари агрегату синтезу карбаміду по стріпінг-процесу продуктивністю 904 т/добу**

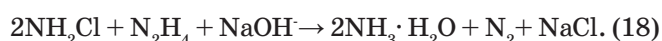
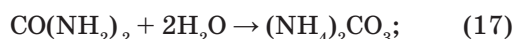
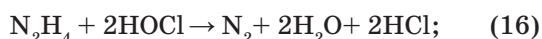
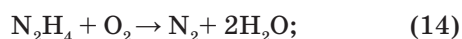
| Найменування показника                                                | Масова частка, % | Масова витрата, кг/год |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|
| Аміак (NH <sub>3</sub> )                                              | 4,3              | 1080                   |
| Карбамід (NH <sub>2</sub> CONH <sub>2</sub> )                         | 1,5              | 377                    |
| Біурет (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) | 0,02             | 5                      |
| Загальний N                                                           | 4,251            | 1068                   |
| Діоксид вуглецю (CO <sub>2</sub> )                                    | 2,5              | 628                    |
| Вода (H <sub>2</sub> O)                                               | 91,68            | 23030                  |
| Всього:                                                               | 100,00           | 25120                  |
| Густина (кг/м <sup>3</sup> )                                          | 1007             |                        |
| Температура, T (°C)                                                   | 42±5             |                        |

Розроблено спосіб рекуперації конденсатів сокової пари виробництва карбаміду до стадії десорбції та гідролізу, який полягає в наступному: стічні води до стадії десорбції і гідролізу обробляють активним хлором (NaClO) в кількості 0,43–0,63 вагових частин активного хлору (в перерахунку на Cl<sub>2</sub>) на одну вагову частину загального Нітрогену (амонійний + амідний) в лужному середовищі (рН = 10÷11). Процес очистки стоків від сполук зв'язаного амідного та амонійного Нітрогену проводять під атмосферним тиском. Суміш направляють в реактор, де під впливом хвильового опромінення в межах температур 263÷373 К проходить синтез гідразину. Ступінь переробки гіпохлориту натрію становить 99,5÷100%. Гідразин розпадається в процесі доочистки на іонообмінних смолах. Ступінь очищення стічних вод від сполук, що містять зв'язаний Нітроген становить 96÷98%.

Спосіб здійснюють наступним чином: в стічні води виробництва карбаміду дозують розчин NaClO (15–18%) в кількості 0,43–0,63 вагових частин активного хлору, в перерахунку на Cl<sub>2</sub>, на одну вагову частину N загального (амонійного та амідного) з додаванням їдкого натрію NaOH (98,5%) в кількості 0,5 вагових частини NaOH на 1 вагову частину N загального (амонійного і амідного) і направляють в реактор, розташований в зоні впливу хвильового опромінення, де відбувається утворення гідразину з сполук зв'язаного Нітрогену та його послідовна деструкція за наступним механізмом:







Висока швидкість процесу перетворення гіпохлориту натрію, а також переробки гідроксиду амонію пов'язана з високошвидкісним нагріванням паро-газо-рідинного потоку, який подається в об'єм монофазного електромагнітного реактора, за рахунок мікрохвильового випромінювання [15]. Високий водневий показник рН також призводить до збільшення швидкості впливу активного хлору при відновленні амонійного і амідного Нітрогену до молекулярного. Для доочистки конденсатів сокової пари від іонів натрію та хлору використано Н-катионування та ОН-аніонування.

В процесі було досліджено вплив дози гіпохлориту натрію на кількісний склад очищених стоків за показником вмісту хлоридів та іонів натрію у водах. В зв'язку зі змінним складом конденсатів сокової пари виробництва карбаміду до стадії десорбції та гідролізу, доза гіпохлориту натрію представлена відношенням вагових частин (в.ч.) хлору ( $\text{Cl}_2$ ) до 1 в.ч. азоту (N), що міститься в розчині. Аналізи виконувалися за нормальних умов. Такі параметри, як:

початкова температура сировини, швидкість потоку стоків в блоці доочистки, співвідношення одного з компонентів (NaOH) були стабілізовані. Змінним параметром у всіх випадках стала швидкість потоку реакційної суміші після реактора синтезу гідразину. Результати експерименту представлені в табл. 2.

Таблиця 2

**Показники якості очищених стоків в залежності від початкового концентраційного складу реакційної суміші вмісту домішок ( $\text{Na}^+$  та  $\text{Cl}^-$ ) в очищених стоках**

| Доза NaO Cl, в.ч./1 в.ч. N | Вміст $\text{Na}^+$ , мкг/дм <sup>3</sup> | Вміст $\text{Cl}^-$ , мг/дм <sup>3</sup> |
|----------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|
| 0,43                       | 260                                       | 30                                       |
| 0,48                       | 301                                       | 33                                       |
| 0,49                       | 300                                       | 35                                       |
| 0,51                       | 330                                       | 37                                       |
| 0,57                       | 339                                       | 42                                       |
| 0,60                       | 395                                       | 48                                       |
| 0,63                       | 465                                       | 52                                       |

Також проведено серію дослідів для підтвердження ефективності запропонованого способу. Умови проведення дослідів: доза активного хлору становить 0,58 в.ч.  $\text{Cl}_2$  на 1 в.ч. N загального (амонійного та амідного) + 0,5 в.ч. NaOH на 1 в.ч. N загального. Усереднені показники якості очищеної води наведено в таблиці 3.

За рахунок проходження процесів повного перетворення амідного і часткового перетворення амонійного Нітрогену в гідразин, вміст аміаку та карбаміду знижується до слідів.

Дані таблиці 2 дають можливість стверджувати недоречність підвищення доз активного хлору для розробленого способу очистки стоків, так як дана

Таблиця 3

**Середні показники якості очищеної води серії дослідів процесу очистки стічної води виробництва карбаміду до стадії десорбції та гідролізу за допомогою електрохімічної деструкції з використанням мікрохвильового опромінення реакційної суміші**

| Найменування показника                                               | Одиниця виміру        | Максимальне значення серії з 10 дослідів |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Перманганатна окислюваність                                          | мг/дм <sup>3</sup>    | не більше ніж 5                          |
| Загальна жорсткість                                                  | ммоль/дм <sup>3</sup> | відсутня                                 |
| Масова концентрація солей (в перерахунку на хлористий натрій)        | мг/дм <sup>3</sup>    | не більше ніж 118                        |
| Водневий показник (при температурі 25 °C)                            | pH                    | до 9,5                                   |
| Масова концентрація вільної вуглекислоти                             | мг/дм <sup>3</sup>    | не більше 20                             |
| Масова концентрація аміаку (не зв'язаного з вуглекислотою)           | мг/дм <sup>3</sup>    | відсутня                                 |
| Масова концентрація хлоридів,                                        | мг/дм <sup>3</sup>    | не більше 48                             |
| Масова концентрація сечовини                                         | мг/дм <sup>3</sup>    | відсутня                                 |
| Масова концентрація нітритів (в перерахунку на $\text{NO}_3^-$ )     | мкг/дм <sup>3</sup>   | не більше 20                             |
| Масова концентрація сульфатів (в перерахунку на $\text{SO}_4^{2-}$ ) | мкг/дм <sup>3</sup>   | відсутня                                 |
| Вміст натрію                                                         | мкг/дм <sup>3</sup>   | не більше 350                            |

операція призводить до погіршення якості очищеної води.

Отримані показники якості очищених стоків виробництва карбаміду до стадії десорбції та гідролізу відповідають вимогам, що пред'являються до живильної води для котлів, згідно ГОСТ 20995-75 «Котлы паровые стационарные, давлением до 3,9 МПа». Дані показники якості очищених стоків виробництва карбаміду до стадії десорбції і гідролізу також відповідають вимогам, що пред'являються до живильної води виробництва неконцентрованої азотної кислоти та до води, яка надходить в системи оборотного водопостачання теплообмінних установок, а саме — в системи оборотного водопостачання теплообмінних установок агрегату синтезу карбаміду тощо. Ступінь очищення від аміаку і сечовини становить близько 100%, що дозволяє її повторне використання.

**Висновки.** Поставлена задача підвищити ступінь очистки стічної води, котра в своєму складі містить сполуки зв'язаного азоту — амонійного та амідного, шляхом обробки стоків розчином активного хлору

в лужному середовищі виконана за рахунок інтенсифікації процесу очищення в хвильовому реакторі, котрий продукує проходження процесів гомолізу, в результаті яких відбувається майже повне розкладання зв'язаного Нітрогену на азот.

Запропоноване технічне рішення дозволяє мінімізувати енерговитрати в зв'язку з відбором стічних вод (конденсату сокової пари) до стадії десорбції та гідролізу; забезпечити високий ступінь очистки стічної води (до 100%). Отримана вторинна сировина (очищена вода) може бути використана в якості живильної води котлів, оборотної води для теплообмінних установок, а також у виробництві азотної кислоти.

Впровадження даного способу очистки стічної води виробництва карбаміду позитивно вплине на економічний аспект агрегату синтезу карбаміду, за рахунок скорочення енергозатрат на стадію десорбції та гідролізу та перекачку і очистку стоків, що підтверджено розрахунками, які представлені в роботі [1]. Також впровадження нового способу утилізації стоків зменшить навантаження на установки НДФ.

#### Література

1. Демчук І. М. Економічна оцінка ефективності впровадження технологій вторинної переробки відходів виробництв на прикладі утилізації азотовмісних стоків агрегату синтезу карбаміду / І. М. Демчук, Г. С. Столяренко // Збірник наукових праць «Вісник ЧДТУ. Серія: Економічні науки». — 2017. — № 48. — С. 37–44.
2. Горловский Д. М. Технология карбамида / Д. М. Горловский, Л. Н. Альшулер, В. И. Кучерявый. — Л.: Химия, 1981. — 320 с.
3. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році / Водні ресурси — К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, ФОО Гринь Д. С. — 2016. — С. 52–96.
4. Хенце М. Очистка сточных вод / Хенце М., Армюес П., Ле-Кур-Янсен Й., Арван Э. — М.: Мир, 2006. — С. 246–333.
5. Аноужева М. Г. Анаэробное окисление аммония: Микробиологические, биохимические и биотехнологические аспекты / М. Г. Аноужева, С. В. Калужный // Успехи современной биологии — 2007. — Т. 127. — № 1. — С. 34–43.
6. Долженко Л. А. Разработка и анализ технологических схем для очистки сточных вод малых городов / Л. А. Долженко // Научный журнал «Образование и наука в современном мире. Серия: Инновации» — Россия: Пенза. — 2017. — № 5 (12). — С. 52–62.
7. Гогина Е. С. Исследование принципиальной возможности применения одноиловой схемы денитри-нитрификации при реконструкции очистных сооружений Российской Федерации / Гогина Е. С., Гульшин И. А. // Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ». — 2013. — № 10. — С. 166–174.
8. Infantea Ch. Removal of Ammonium and Phosphate Ions from Wastewater Samples by Immobilized *Chlorella* / Ch. Infantea, I. Leonb, J. Florezb, A. Zarateb et al // International Journal of Environmental Studies. — 2013. — vol. 7. — no. 1, P. 1–7.
9. Патент РФ 2544704C02F1/04, C02F9/10, C07D251/56, C02F103/36 Способ очистки сточных вод производства Меланина / Костін О. Н., Ніколаєв Е. Ю., Печнікова Г. Н., Кузнєцов Н. М. и др.. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/254/2544704.html>
10. Патент Росії 2400431 C02F1/04, C02F9/10, C07D251/56, C02F103/362 Способ очистки сточных вод меламинами установок / Рюх В., Ноймюллер К., Валлек Т.; заявл. 2006–06–13, опубл. 27.09.2010.
11. Bolisetty S. Amyloid-carbon hybrid membranes for universal water purification / S. Bolisetty, R. Mezzenga // Scientific journal «Nature Nanotechnology», Switzerland: Zurich, 2016. — № 11. — P. 365–371.
12. Патент USA 6506305 B2 Methods of isolating urea, urea compositions and methods for producing the same / M. Morita, A. Serizawa, W. Motsushi, H. Yamamoto, M. Kotani, Y. Yamane — № 09/866227; заявл. 25.05.2001, опубл. 14.01.2003.
13. Кудряшов В. Л. Подготовка воды для питания паровых и водогрейных котлов / В. Л. Кудряшов, В. К. Лапшин // Производство спирта и лекародочных изделий. — 2003. — № 2. — С. 28–29.
14. Патент РФ, C02F1/02, C02F1/76C02F1/02, C02F101:38, C02F103:36 / В. В. Новиков, В. А. Лапин, Л. А. Иоганн, И. И. Капитула и др.. — № 2160711; заявл. 17.05.2000 опубл. 20.12.2000
15. Demchuk I. M. Recuperation of bound nitrogen by processing into hydrazine sulfate in industrial wastewater / I. M. Demchuk, G. S. Stolyarenko, N. I. Tupytska // Збірник наукових праць «Вісник ЧДТУ. Серія: Технічні науки». — 2016. — № 4. — С. 114–120.

УДК 636.631.223.018

**Карачун Володимир Володимирович**  
доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри біотехніки та інженерії  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

**Карачун Владимир Владимирович**  
доктор технических наук, профессор,  
професор кафедры биотехники и инженерии  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

**Karachun Volodymyr**  
Doctor of Technical Science, Professor  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

DOI: 10.25313/2520-2057-2018-20-4424

## ВИКОРИСТАННЯ СЕГНЕРІВСЬКИХ КОЛІС В АПАРАТАХ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕГНЕРОВСКИХ КОЛЕС В АППАРАТАХ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

## USE OF SEGNER'S WHEELS IN DEVICES FOR EXTRACTION OF MICROORGANISMS

**Анотація.** Розглядається можливість збільшення інтенсивності перемішування шарів культуральної рідини та зростання продуктивності в апараті для вирощування мікроорганізмів, завдяки використанню сегнерівських коліс П-подібної форми в осьовому перерізі.

**Ключові слова:** сегнерівські колеса, апарат для вирощування мікроорганізмів, культуральна рідина.

**Аннотация.** Рассматривается возможность увеличения интенсивности перемешивания слоев культуральной жидкости и рост производительности в аппарате для выращивания микроорганизмов, благодаря использованию сегнеровых колес П-образной формы в осевом сечении.

**Ключевые слова:** сегнеровые колеса, аппарат для выращивания микроорганизмов, культуральная жидкость.

**Summary.** The possibility of increasing the intensity of mixing the layers of the culture fluid and increasing the productivity in the apparatus for growing microorganisms is considered, due to the use of Segnier's wheels of the P-shaped form in the axial section.

**Key words:** Segnier wheels, microorganism growth device, culture fluid.

**П**ропонуєма конструкція відноситься до біотехнології і може бути використана в процесах мікробіологічного синтезу для вирощування аеробних мікроорганізмів в рідинних середовищах.

Відомий апарат для вирощування мікроорганізмів (АВМ), який містить циліндричний корпус з термостатуючою оболонкою і патрубками для

підведення живильної рідини і стиснутого повітря та відведення готового продукту і відпрацьованих газів, розміщений в корпусі пристрій для аерації і перемішування у вигляді розташованого над дном корпусу сегнерівського колеса з отворами в стінках, а також пристрій для піногасіння [1].

Недоліки цієї установки полягає в низькому коефіцієнті корисної дії та високій інтенсивності

піноутворення внаслідок додаткових витрат стиснутого повітря через отвори в стінках сегнерівського колеса.

Відомий також АВМ, який містить циліндричний корпус з термостатуючою оболонкою і патрубками для підведення живильної рідини і стиснутого стерильного повітря та відведення готового продукту і відпрацьованих газів, співвісно розташований в порожнині корпусу пристрій для аерації і перемішування культуральної рідини у вигляді розміщених на пустотілій осі з можливістю обертання в протилежні сторони двох сегнерівських коліс, а також пристрій для піногасіння [2].

Недоліком можна вважати низьку ефективність перемішування, внаслідок малої висоти сегнерівських коліс, що обумовлено їх прямолінійною (пласкою) формою в осьовому перерізі і знижує продуктивність.

В основу пропонуемого технічного рішення поставлена задача вдосконалення АВМ, в якому шляхом зміни форми сегнерівських коліс в осьовому перерізі, збільшується їх висота, що підвищує інтенсивність перемішування і приводить до зростання продуктивності.

Поставлена задача вирішується тим, що в АВМ, який містить циліндричний корпус з термостату-

ючою оболонкою і патрубками для підведення живильної рідини і стиснутого повітря та відведення готового продукту і утворюваних газів, розташований в порожнині корпусу пристрій для аерації і перемішування у вигляді розміщених на пустотілій (трубчастій) вісі з можливістю обертання в протилежні сторони двох сегнерівських коліс, а також пристрій для піногасіння, згідно корисної моделі новим є те, що сегнерівські колеса в осьовому перерізі мають П-подібну форму.

Надання сегнерівським колесам П-подібної форми в осьовому перерізі збільшує на декілька порядків (в порівнянні з прототипом) їх висоту, а отже і товщину перемішуваних ними шарів культуральної рідини, що, при інших рівних умовах, підвищує інтенсивність перемішування і приводить до зростання продуктивності.

На рис. 1 схематично зображена пропонуєма конструкція АВМ в осьовому перерізі, на рис. 2 — переріз А-А на рис. 1.

АВМ містить циліндричний корпус 1 з кришкою 2 та оболонкою 3 для подачі в її порожнину термостатуючого середовища (вода, пара), а також патрубками для підведення живильної рідини 4 і стиснутого стерильного повітря 5, та відведення готового продукту 6 і утворюваних газів 7. В порожнині корпусу 1

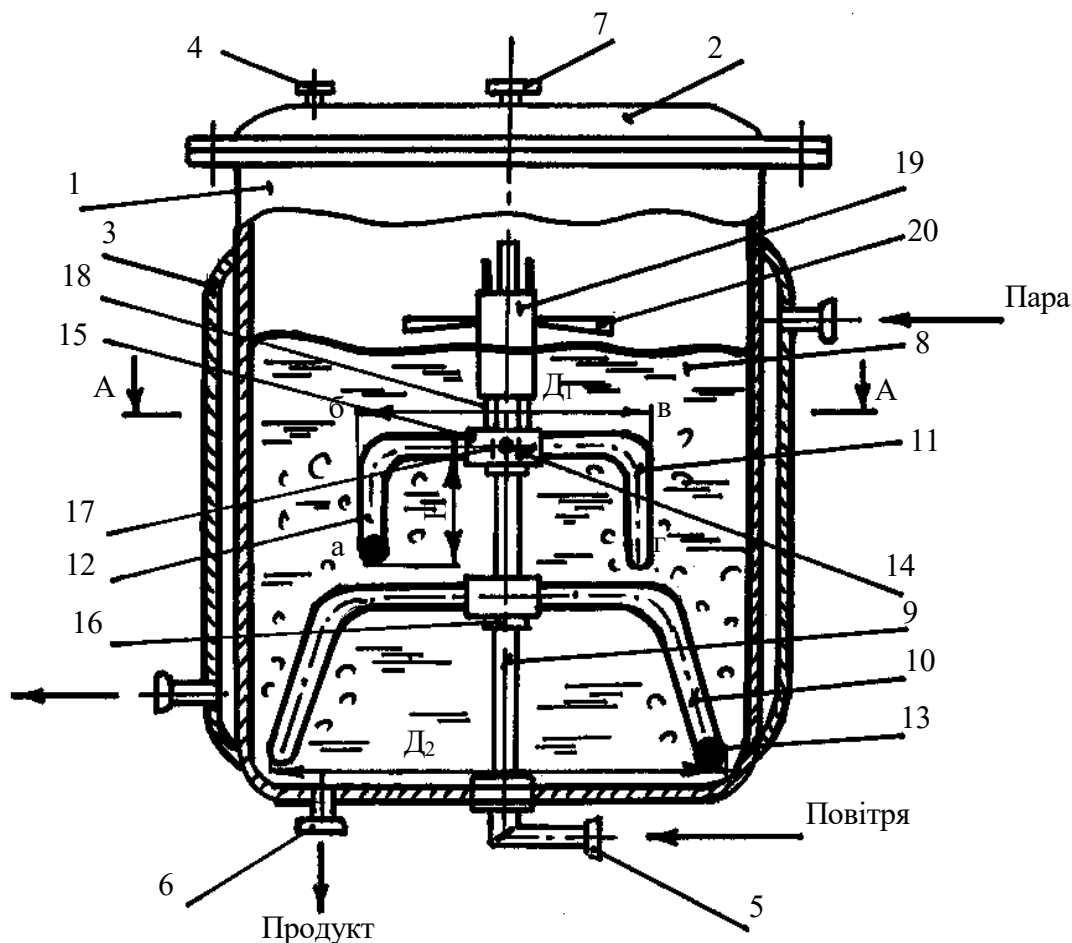


Рис. 1. Конструкція апарату для вирощування мікроорганізмів



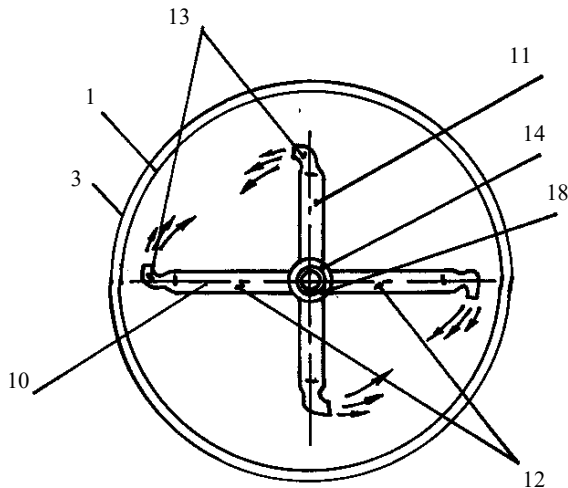


Рис. 2. Переріз А-А на рис. 1

розташований пристрій для аерації і перемішування культуральної рідини 8, який виконаний у вигляді розміщених на співвісній з корпусом пустотілій вісі 9 двох сегнерівських коліс 10, 11. Сегнерівські колеса 10, 11 складаються з радіальних трубок 12, що мають сопла 13 на кінцях та з'єднані між собою вільно одітими на вісь 9 маточинами 14 з внутрішніми кільцевими проточками 15 і фіксуючими кільцями 16. Вісь 9 в зоні розташування проточок 15 маточин має отвори 17 для проходу в трубки коліс повітря і приєднана до патрубку 5 подачі повітря. Сегнерівські колеса 10, 11 в осьовому перерізі мають П-подібну форму «а б в г», що збільшує їх висоту  $H$  і різні діаметри  $D_1$ ,  $D_2$  та протилежний напрямок (рис. 2) сопел 13. На вісі 9 розміщений також при-

стрій для піногасіння, який містить приєднану до верхнього колеса 11 тягами 18 з можливістю осьового переміщення поплавкову маточину (втулку) 19 з гвинтовими лопатями 20.

Працює АВМ наступним чином.

Після заправки через патрубок 4 простерилізованого корпусу 1 живильною рідиною з інокулятором (культуральна рідина) в патрубок 5 подають стиснуте стерильне повітря і здійснюють вирощування поміщених в живильну рідину культур. При цьому, поступаюче в патрубок 5 повітря проходить по пустотілій вісі 9 в трубки 12 сегнерівських коліс 10, 11 і через їх сопла 13 витікає в об'єм культуральної рідини, визиваючи її аерацію та обертовий рух коліс в протилежні сторони.

Обертаючись, колеса 10, 11 здійснюють механічне перемішування культуральної рідини, інтенсивність якого, при інших рівних умовах, пропорційна їх товщині, а лопаті 11 — гасять утворювану повітрям і життєдіяльністю бактерій піну.

Так як сегнерівські колеса 10, 11 в осьовому перерізі мають П-подібну форму, характеризуються висотою  $H$ , то товщина (висота), а отже і об'єм, перемішуваних ними шарів культуральної рідини зростає на декілька порядків, внаслідок чого інтенсивність механічного перемішування збільшується.

Збільшення інтенсивності перемішування прискорює ріст мікроорганізмів і приводить до зростання продуктивності.

Крім збільшення інтенсивності механічного перемішування поліпшується аерація культуральної рідини, оскільки П-подібне верхнє сегнерівське колесо пропонуємої форми здійснює її на збільшеній глибині, що також сприяє підвищенню продуктивності.

### Література

1. А. с. СССР №№ 1349241, С12М1/06. Апарат для культивирования микроорганизмов [Текст]/ Патентособственник: Всесоюзный научно-исследовательский и проектно конструкторский институт охраны окружающей природной среды в угольной промышленности. Авторы Боринских И.И., Соболева А.К., Оборин Г.А., Юмшанов С.В. — № 3840183/13.09.01.1985. Оpubл. 27.11.1995 г.
2. Патент України на винахід № 54579, МПК С12М 1/10 (2006.01), С12М 1/04 (2006.01), С12М 1/02 (2006.01). Апарат для вирощування мікроорганізмів [Текст]/ Патентовласник ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ «БІОТЕХНІКА» (UA), Автори Добров Віктор Іванович (UA); Косой Станіслав Михайлович (UA). — № 2000084703 від 07.08.2000 р., опубл. 17.03.2003 р., бюл. № 3.

**Козловский Антон Николаевич**  
*магистр технических наук*  
**Kazlouski Anton**  
*Master of Engineering Science*

DOI: 10.25313/2520-2057-2018-20-4379

## АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ ВЕРШИНЫ УГЛА НА ОСНОВЕ АППРОКСИМАЦИИ КОНТУРА БИНАРНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

### VERTEX DETECTION ALGORITHM BASED ON BINARY IMAGE CONTOUR APPROXIMATION

**Аннотация.** Задача обнаружения вершины угла является одной из центральных проблем цифровой обработки изображений. Рассматривается модификация разработанного автором алгоритма обнаружения вершины угла. Предложено использовать алгоритм прослеживания контура бинарного изображения на основе анализа окрестности Мура. Это позволило улучшить правила начала и завершения прослеживания, а также правила определения претендента вершиной угла. Показано, что предложенный алгоритм является более быстродейственным по сравнению с алгоритмом разработанным автором ранее.

**Ключевые слова:** проективная инварианта, вершина угла, окрестность Мура, прослеживание контура.

**Summary.** The vertex detection task is one of the central problems of image processing. This paper presents the modified version of the developed by the author algorithm for vertex detection. It is suggested to use the Moore-neighbor tracing algorithm. This has improved starting and stopping criteria, as well as rules for determining the candidate as the vertex. It was shown that the proposed algorithm takes less time in comparison with the algorithm developed by the author earlier.

**Key words:** projective invariant, vertex, Moore neighborhood, contour tracing.

#### 1. Введение

Последние достижения в развитии аппаратного и программного обеспечения сделали возможным практическое использование различных информационных систем, направленных на поддержку принятия решений. Алгоритмы цифровой обработки изображений находят все более широкое применение в научных и прикладных исследованиях в различных областях деятельности человека. Исследователи всего мира уделяют внимание их разработке. В области компьютерного зрения проблема обнаружения характерной черты изображения является одной из фундаментальных, так как является ключевым этапом решения различных задач. В ее качестве выступают геометрические понятия, такие как: вершина угла, кривая, поверхность и другие. Вершина угла представляется координатами одного отсчета изображения. Это позволяет устанавливать соответствие между разными множествами вершин углов с наименьшими вычислительными затратами. Проективное отображение сохраняет вершину угла. Поэтому разработка алгоритма обнаружения вершины угла инва-

риантного относительно проективного искажения актуальна в научном и практическом плане.

Алгоритм обнаружения вершины угла используются при решении задач: обнаружения и распознавания простого объекта, совмещения изображений и многих других.

Целью статьи является улучшение разработанного автором алгоритма обнаружения вершины угла на основе аппроксимации контура бинарного изображения направленными отрезками, для более быстродейственного выделения. В начале работы показана актуальность решаемой задачи. Далее во втором разделе приводится краткий обзор основных алгоритмов обнаружения вершины угла на изображении. Постановка задачи приведена в разделе 3. В разделах 4–7 описаны разработанные автором алгоритмы: обнаружения вершины угла, определения отсчета бинарного изображения претендентом на вершину угла, кодирования контура претендента на вершину угла и определения претендента вершиной угла. Отметим, что в основе алгоритма кодирования контура претендента на вершину угла (раздел 5) лежит прослеживания конечного контура бинарного

изображения на основе анализа окрестности Мура. Результаты тестирования показаны в разделе 8. В 9-ом разделе представлены выводы работы.

## 2. Обнаружение вершины угла на изображении

Из математики известно, что проективное отображение сохраняет вершину угла, кроме случаев его превращения преобразованием в развернутый или полный углы. Однако известные в литературе алгоритмы обнаружения вершины угла [1–12] не обладают инвариантностью относительно проективного отображения. Отметим ранее разработанный автором алгоритм, выделяющий вершину угла инвариантно относительно проективного отображения [13]. Это достигается за счет выполняемой аппроксимации контура направленными отрезками. Математическая модель контура изображения подробно рассматриваются в работе [14].

## 3. Постановка задачи

При решении многих ключевых задач цифровой обработки изображений важнейшую роль играет вершина угла. Ее обнаружение отличается сложностью. Проведенный анализ [1–15] показал, что вершина угла определяется с помощью некоторого алгоритма обработки исходного изображения, представленного в бинарном виде.

Под изображением  $I$  будем понимать непрерывное отображение  $f: \Omega \rightarrow \mathbf{R}$ ,  $\Omega \subset \mathbf{R}^d$ , где  $d$  — это его пространственная размерность, а функция  $f$  имеет компактный носитель.

Вершина угла  $v$  — это точка  $O$ , откуда берут начало два и более луча или вектора; где сходятся два и более отрезка; где две и более прямых, лучей или отрезков пересекаются.

В частности, вершина угла  $v$  может быть выделена на изображении  $I$  в случае равенства значения первой или второй производной функции  $f$  нулю:  $f'(x) = 0$  или  $f''(x) = 0$ ,  $x \in \Omega$ .

**Задача 1.** Пусть нам дано изображение  $I$ . Необходимо обнаружить и локализовать вершину угла  $v$  ( $V\{v_i\}$ ) исходного изображения.

Трудность обнаружения вершины угла  $v$  на изображении  $I$  обусловлена сложностью разработки алгоритма обнаружения точки  $O$ , с учетом требования равенства значения первой или второй производной функции  $f$  нулю. Поскольку функция  $f$  известна только в дискретных отсчетах, то невозможно вычислить ее производную до тех пор, пока она не будет определена. При этом приближение ее производной можно определить лишь с ограниченной точностью. На практике используются различные маски для численного приближения производной функции  $f$ , в частности, дифференциальный оператор: Превитта [15], Собеля [15], Робертса [16] и др.

При обнаружении вершины  $v$  угла на изображении  $I$  возникают ошибки двух родов. Ошибка первого рода заключается в отклонении основной гипотезы,

в то время как она справедлива, т.е. вершина угла  $v$  объекта изображения  $I$  не была обнаружена.

Ошибка второго рода заключается в принятии основной гипотезы, в то время как она не верна, т.е. произошло ошибочное обнаружение вершины угла  $v$  объекта изображения  $I$ . Эти ошибки оцениваются на основе коэффициентов  $k_1$  и  $k_2$ :  $k_1 = N/R$  и  $k_2 = L/R$ , где  $N$  — количество необнаруженных вершин углов;  $L$  — количество определенных ложных вершин углов;  $R$  — общее число вершин углов изображения  $I$ ,  $N, L$  и  $R \in \mathbf{N}$ .

## 4. Алгоритм обнаружения вершины угла на основе аппроксимации контура бинарного изображения

Рассматривается модификация разработанного автором алгоритма обнаружения вершины угла  $v$ . Выполняемая аппроксимация контура бинарного изображения направленными отрезками позволяет достигать инвариантность относительно проективного искажения. Его отличительной особенностью является применение алгоритма прослеживания контура на основе анализа окрестности Мура [17–18].

Окрестность отсчета  $(i, j)$  изображения  $I$  или окно обработки  $w$  — это множество его отсчетов, содержащее сам отсчет  $(i, j)$ , и близкие (в каком-либо смысле) к нему отсчеты исходного изображения.

Алгоритм обнаружения вершины угла на основе аппроксимации контура бинарного изображения направленными отрезками (Аг. 1) включает следующие шаги:

**Шаг 1.** Выделить контур как границу объекта изображения  $I$ ;

**Шаг 2.** Определить претендент  $r$  на вершину угла  $v$ ;

**Шаг 3.** Сформировать код контура претендента  $r$  на вершину угла  $v$ ;

**Шаг 4.** Если код контур корректен, то определить является ли претендент  $r$  вершиной угла  $v$ . Иначе алгоритм завершается.

Рассмотрим эти шаги подробнее.

Одним из возможных путей выделения контура на изображении  $I$  является применение алгоритма обнаружения края Кэнни [19] к исходному изображению. Ширина контура равняется одному отсчету изображения. Подробно задача выделения контура как границы объекта изображения рассмотрена в работах [14; 19–20].

Разработанные автором алгоритмы определения отсчета бинарного изображения претендентом  $r$  на вершину угла и кодирования контура претендента  $r$  на вершину угла, лежащие в основе второго и третьего шага, подробно рассматриваются ниже.

Определение претендента  $r$  вершиной угла  $v$  выполняется, на четвертом шаге работы алгоритма Аг. 1, посредством разработанных автором правил. В их основе лежит аппроксимации полученного на предыдущем шаге кода контура направленными отрезками.

Алгоритм Ag. 1 опирається в своїй роботі на наступні параметри:

- $n$  — довжина контурів  $\Gamma_a$  і  $\Gamma_b$ ;
- $wk$  — кількість допустимих отличных от рассматриваемых направлений в коде конечного контура  $\Gamma_a$  или  $\Gamma_b$ ;
- $mx$  и  $my$  — ширина и высота окрестности вершины угла, в которой может находиться только она одна.

Временная сложность алгоритма Ag. 1 равна  $O(n)$ .

### 5. Алгоритм определения отсчета бинарного изображения претендентом на вершину угла

В основе рассматриваемого алгоритма лежит анализ контура бинарного изображения, выполняемый в окне обработки  $w$  при сканировании исходного изображения  $I$  представленного в бинарном виде в порядке построчной развертки — слева направо в строке и сверху вниз по строкам.

В случае выполнения нескольких условий отсчет  $(i, j)$  бинарного изображения относится к одному из двух типов претендентов  $r$  на вершину угла  $v$ : претендент первого  $r_1$  или второго  $r_2$  типа (рис. 1). В их основе лежит дифференциальный оператор Робертса [16]. Здесь,  $i$  — это номер столбца,  $j$  — это номер строки.

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   | 2 | 4 | 0 |
| 2 | × |   |   |
| 4 |   | 1 | 3 |
| 5 |   | 3 |   |

а

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 0 | 4 | 2 |   |
|   |   | × | 2 |
| 3 | 1 |   | 4 |
|   | 3 |   | 5 |

б

Рис. 1. Схемы определения произвольного отсчета бинарного изображения претендентом  $r$  на вершину угла  $v$ : а) первый тип  $r_1$ ; б) второй тип  $r_2$

На рис. 1 рассматриваемый отсчет  $(i, j)$  бинарного изображения обозначен крестиком, а также отсчеты  $s$ :  $(i+1, j)$  и  $(i, j+1)$  или  $(i-1, j)$  и  $(i, j+1)$ , образующие вершину угла  $v$  отмечены черными квадратами. Необходимым условием определения отсчета  $(i, j)$  претендентом  $r$  на вершину угла  $v$  является равенство значений отсчетов  $s$  единице. Достаточное условие есть выполнение дополнительных критериев, в частности, значения отсчетов, обозначенные нулем и пятеркой на рис. 1, не равны единице одновременно. Выполняемый анализ обусловлен присущими изображению различного рода шумами, например, эффектом ложного контура [21].

Отсчеты  $s$  претендента  $r$  на вершину угла  $v$  могут образовывать произвольный угол, за исключением развернутого и полного углов. Пусть отсчет

$$c_0 = (i, j+1), \text{ а отсчет } c_1 = \begin{cases} (i+1, j), & r_1 \\ (i-1, j), & r_2 \end{cases}$$

Алгоритм определения произвольного отсчета бинарного изображения претендентом первого или второго типа на вершину угла (Ag. 2) состоит из следующих шагов:

**Шаг 1.** В случае если значение отсчета  $(i, j+1)$ , расположенного по отношению к текущему отсчету  $(i, j)$  сканирования, равняется единице. Тогда, в первом случае, если значение отсчета  $(i+1, j)$  равно единице, то обнаружены отсчеты  $s$  претендента первого типа  $r_1$ . Во втором случае, если значение отсчета  $(i-1, j)$  равняется единице, то обнаружены отсчеты  $s$  претендента второго типа  $r_2$ . В противных случаях алгоритм завершается;

**Шаг 2.** Выполняется в случае, если на шаге 1 были обнаружены отсчеты  $s$  претендента первого типа  $r_1$ . Тогда, если значение одного из отсчетов  $(i+2, j-1)$  или  $(i-1, j+2)$  равняется нулю и значения отсчетов  $(i-1, j)$  и  $(i, j-1)$  или  $(i+1, j+2)$  и  $(i+2, j+1)$  не равняются единице одновременно. При этом отсутствуют отсчеты подобные текущим отсчетам  $s$   $((i+1, j)$  и  $(i, j+1))$ , расположенные по отношению к ним: слева  $((i, j)$  и  $(i-1, j+1))$  и справа  $((i+2, j)$  и  $(i+1, j+1))$  или снизу  $((i, j+2)$  и  $(i+1, j+1))$  и сверху  $((i, j)$  и  $(i+1, j-1))$ . Кроме того, значение одного из отсчетов  $(i+1, j-1)$ ,  $(i-1, j+1)$  или  $(i-1, j+2)$  не равно единице. В этом случае, рассматриваемый отсчет  $(i, j)$  является претендентом первого типа  $r_1$  на вершину угла  $v$ . Алгоритм завершается;

**Шаг 3.** Выполняется в случае, если на шаге 1 были обнаружены отсчеты  $s$  претендента второго типа  $r_2$ . Тогда, если значение одного из отсчетов  $(i-2, j-1)$  или  $(i+1, j+2)$  равняется нулю и значения отсчетов  $(i+1, j)$  и  $(i, j-1)$  или  $(i-1, j+2)$  и  $(i-2, j+1)$  не равняются единице одновременно. При этом отсутствуют отсчеты подобные текущим отсчетам  $s$   $((i-1, j)$  и  $(i, j+1))$ , расположенные по отношению к ним: слева  $((i-2, j)$  и  $(i-1, j-1))$  и справа  $((i, j)$  и  $(i+1, j+1))$  или снизу  $((i, j+2)$  и  $(i-1, j+1))$  и сверху  $((i, j)$  и  $(i-1, j-1))$ . Кроме того, значение одного из отсчетов  $(i-1, j-1)$ ,  $(i+1, j+1)$  или  $(i+1, j+2)$  не равно единице. В этом случае, рассматриваемый отсчет  $(i, j)$  является претендентом второго типа  $r_2$  на вершину угла  $v$ . Алгоритм завершается.

Временная сложность алгоритма Ag. 2 равна  $O(1)$ .

### 6. Алгоритм кодирования контура претендента на вершину угла

Контур  $\Gamma$  претендента  $r$  на вершину угла  $v$  подразделяется на две части: конечный контур  $\Gamma_a$  и конечный контур  $\Gamma_b$ . Начальным отсчетом  $a_0$  конечного контура  $\Gamma_a$  является отсчет  $c_1$ ,  $a_0 = c_1$ , а начальным отсчетом  $a_0$  конечного контура  $\Gamma_b$  является отсчет  $c_0$ ,  $a_0 = c_0$  (рис. 2).

Длины конечных контуров  $\Gamma_a$  и  $\Gamma_b$  полагаются равными и не превышают заданное число элементов  $n$ . Их кодирование осуществляется стандартными ЭВ [20] согласно предложенному способу (рис. 3) на основе 8-связного цепного кода Фримана [20–21].



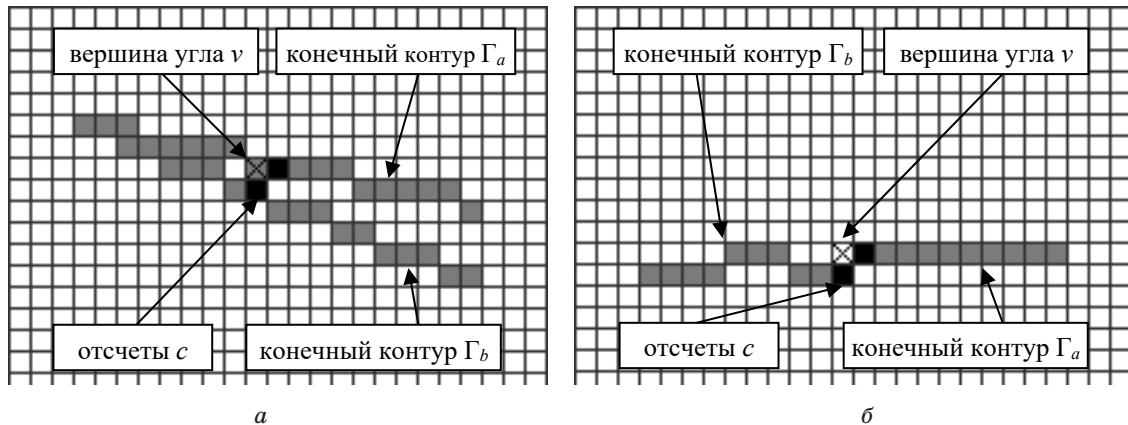


Рис. 2. Контур бинарного изображения: а) контур 1; б) контур 2

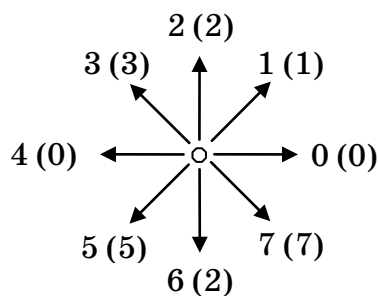


Рис. 3. Нумерация и кодирование направлений 8-связного цепного кода Фримана

На рис. 3 код для каждого из направлений 8-связного цепного кода Фримана указан в скобках.

В литературе известно большое количество алгоритмов прослеживания контура бинарного изображения [17–18; 20–22], в частности, на основе анализа окрестности Мура [17–18], Розенфельда [20], Павлидиса [22]. Каждый, из них имеет свои достоинства и недостатки. Целью его применения, является прослеживание конечных контуров  $\Gamma_a$  и  $\Gamma_b$ , где длина каждого из которых не превосходит  $n$  элементов (в частности, 8). Поэтому в первом приближении нам подойдет любой из отмеченных алгоритмов. Однако среди них выделим алгоритм на основе анализа окрестности Мура [17; 18], позволяющий выполнять обнаружение следующего элемента контура на основе осмотра отсчетов окрестности его текущего элемента, как по часовой стрелке, так и против нее. При этом возможно определить начальное и конечное направления осмотра. Все это хорошо дополняет алгоритм Ag. 2.

Алгоритм кодирования контура претендента на вершину угла (Ag. 3) включает следующие шаги:

**Шаг 1.** Задать отсчет  $a_0$  конечных контуров  $\Gamma_a$  и  $\Gamma_b$ , а также начальное и конечное направления осмотра обнаружения следующего элемента контура  $a_1$ ;

**Шаг 2.** Выполнить прослеживание и кодирование конечного контура  $\Gamma_a$ ;

**Шаг 3.** Если значение размера кода контура  $\Delta\Gamma_a$  меньше  $n$ . Тогда в случае если рассмотрены все

возможные начальные направления осмотра, то полученный код удаляем и алгоритм завершается, в противном случае задаем значение нового начального направления (следующие по порядку осмотра) и продолжаем с шага 2. Иначе выполняем шаг 4.

**Шаг 4.** Выполнить прослеживание и кодирование конечного контура  $\Gamma_b$ ;

**Шаг 5.** Если значение размера кода контура  $\Delta\Gamma_b$  меньше  $n$ . Тогда в случае если рассмотрены все возможные начальные направления осмотра, то полученный код удаляем и алгоритм завершается, в противном случае задаем значение нового начального направления (следующие по порядку осмотра) и выполняем шаг 4. Иначе алгоритм завершается.

Рассмотрим эти шаги подробнее.

Прослеживание контура выполняется на основе алгоритма анализа окрестности Мура [17]. Кодирование контура выполняется на основе описанного выше способа (см. рис. 3). Правила начала и завершения прослеживания контура бинарного изображения подробно представлены ниже.

**Правила начала прослеживания контура бинарного изображения:**

- для претендента  $r$  на вершину угла  $v$  первым элементом  $a_0$  конечного контура  $\Gamma_a$ , является отсчет  $c_1$ , а в случае конечного контура  $\Gamma_b$  отсчет  $c_0$ ;
- для конечных контуров  $\Gamma_a$  и  $\Gamma_b$  начальным направлением осмотра обнаружения следующего элемента контура  $a_1$  является отсчет, обозначенный на рис. 1 единицей. В случае претендента  $r_1$  отсчет  $(i+1, j+1)$ , а для претендента  $r_2$  отсчет  $(i-1, j+1)$ . Конечным направлением осмотра является отсчет  $(i, j)$ ;
- для претендента  $r_1$  на вершину угла  $v$  обнаружение отсчета  $a_1$  конечного контура  $\Gamma_a$  выполняется, на основе осмотра против часовой стрелки, а обнаружение отсчета  $a_1$  конечного контура  $\Gamma_b$  выполняется, на основе осмотра по часовой стрелке;
- для претендента  $r_2$  на вершину угла  $v$  обнаружение отсчета  $a_1$  конечного контура  $\Gamma_a$  выполняется, на основе осмотра по часовой стрелке,

а обнаружение отсчета  $a_1$  конечного контура  $\Gamma_b$  выполняется, на основе осмотра против часовой стрелки;

- для претендента  $r_1$  на вершину угла  $v$ , если значения отсчетов  $(i+2, j+1)$  и  $(i+1, j+2)$  равны единице (см. рис. 1, а, обозначены тройками). Тогда начальным направлением осмотра обнаружения элемента  $a_1$  конечного контура  $\Gamma_a$  является отсчет  $(i+2, j+1)$ , а в случае конечного контура  $\Gamma_b$  отсчет  $(i+1, j+2)$ ;
- для претендента  $r_1$  на вершину угла  $v$ , если значения отсчетов  $(i-1, j)$  и  $(i, j-1)$  равны единице (см. рис. 1, а, обозначены двойками). Тогда конечным направлением осмотра обнаружения элемента  $a_1$  конечного контура  $\Gamma_a$  является отсчет  $(i, j-1)$ , а в случае конечного контура  $\Gamma_b$  отсчет  $(i-1, j)$ ;
- для претендента  $r_2$  на вершину угла  $v$ , если значения отсчетов  $(i-2, j+1)$  и  $(i-1, j+2)$  равны единице (см. рис. 1, б, обозначены тройками). Тогда начальным направлением осмотра обнаружения элемента  $a_1$  конечного контура  $\Gamma_a$  является отсчет  $(i-2, j+1)$ , а в случае конечного контура  $\Gamma_b$  отсчет  $(i-1, j+2)$ ;
- для претендента  $r_2$  на вершину угла  $v$ , если значения отсчетов  $(i+1, j)$  и  $(i, j-1)$  равны единице (см. рис. 1, б, обозначены двойками). Тогда конечным направлением осмотра обнаружения элемента  $a_1$  конечного контура  $\Gamma_a$  является отсчет  $(i, j-1)$ , а в случае конечного контура  $\Gamma_b$  отсчет  $(i+1, j)$ .

*Правила завершения прослеживания контура бинарного изображения:*

- встретился один из отсчетов  $c$ ;
- рассмотрены все возможные направления осмотра;
- если обнаруженный элемент  $a_i$  контура встретился второй раз;
- прослежено  $n$  отсчетов контура.

Временная сложность алгоритма Ag. 3 равна  $O(n)$ .

## 7. Алгоритм определения претендента вершиной угла

Сопоставление претендента  $r$  вершине угла  $v$  выполняется посредством разработанных автором правил, подразделяющихся на две категории: соответствия претендента ложной вершине угла и соответствия претендента вершине угла. В их основе лежит аппроксимация кода контуров  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  направленными отрезками.

Алгоритм определения претендента вершиной угла (Ag. 4) состоит из следующих шагов:

*Шаг 1.* Выполнить правила соответствия претендента ложной вершине угла. В случае выполнения любого из них считаем, что рассматриваемый претендент  $r$  не является вершиной угла  $v$  и алгоритм завершается;

*Шаг 2.* Выполнить правила соответствия претендента вершине угла. В случае выполнения любого

из них считаем, что рассматриваемый претендент  $r$  является вершиной угла  $v$  и алгоритм завершается.

Пусть значения кодов следующих направлений 8-связного цепного кода Фримана: 1, 3, 5 и 7 (см. рис. 3), формируют множество  $C = \{1, 3, 5, 7\}$ .

*Правила соответствия претендента ложной вершине угла:*

- претендент  $r$  не является вершиной угла  $v$ , в случае если первые два элемента кода контура  $\Delta\Gamma_a$  или  $\Delta\Gamma_b$  заданы направлением с кодом 0 (2), а последние два элемента кода заданы направлением с кодом 2 (0). При этом код оставшегося контура не состоит лишь из направления с кодом 0 или 2. Допускается присутствие любого другого направления в коде контура не более  $wk$  раз. В частности, для претендента  $r_1$ :  $\Delta\Gamma_a = \{0; 7; 0; 7; 0; 2; 2; 2\}$  и  $\Delta\Gamma_b = \{2; 2; 7; 0; 2; 7; 0; 0\}$ ;
- претендент  $r$  не является вершиной угла  $v$ , в случае если значение первого элемента кода контуров  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  равно 0 или 2 и значение количества оставшегося направления (0 или 2), следующего друг за другом, более единицы. При этом значение второго элемента кода контура соответствует одному из направлений множества  $C$ . В частности, для претендента  $r_1$ :  $\Delta\Gamma_a = \{2; 1; 0; 0; 0; 0; 0; 0\}$ ;
- претендент  $r$  не является вершиной угла  $v$ , в случае если контуры  $\Gamma_a$  и  $\Gamma_b$  аппроксимируются прямой линией. Коды контуров  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  заданы направлениями с кодами:  $\{0\} \rightarrow \{0\}$ ,  $\{2\} \rightarrow \{2\}$ ,  $\{1\} \rightarrow \{5\}$ ,  $\{3\} \rightarrow \{7\}$ ,  $\{5\} \rightarrow \{1\}$  или  $\{7\} \rightarrow \{3\}$ . Допускается присутствие любого другого направления в коде контура  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  не более  $wk$  раз. В частности, для претендента  $r_1$ :  $\Delta\Gamma_a = \{1; 1; 1; 1; 1; 1; 1; 1\}$  и  $\Delta\Gamma_b = \{5; 5; 5; 5; 5; 5; 5; 5\}$ ;
- претендент  $r$  не является вершиной угла  $v$ , в случае если код контура  $\Delta\Gamma_a$  или  $\Delta\Gamma_b$  задан направлениями с кодами  $\{0, 2\}$  и код каждого из них присутствует более одного раза, а также значения их количества равны. При этом значения количества одинаковых направлений, следующих друг за другом, с кодом 0 и 2 равны нулю. Например, для претендента  $r_1$ :  $\Delta\Gamma_a = \{0; 2; 0; 2; 0; 2; 0; 2\}$ ;
- претендент  $r$  не является вершиной угла  $v$ , в случае если коды контуров  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  заданы направлениями с кодами  $\{0, 2\}$ . При этом модуль разницы значений количества одного из направлений 0 или 2 в коде контуров  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  меньше либо равен единице и модуль разницы значений количества оставшегося направления, следующего друг за другом, более единицы. Допускается присутствие любого другого направления в коде контура  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  не более  $wk$  раз. В частности, для претендента  $r_2$ :  $\Delta\Gamma_a = \{0; 0; 0; 0; 2; 0; 3; 0\}$  и  $\Delta\Gamma_b = \{0; 0; 0; 0; 7; 0; 0; 0\}$ ;
- претендент  $r$  не является вершиной угла  $v$ , в случае если коды контуров  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  заданы направлениями с кодами  $\{0, 2\}$ . При этом в коде любого из контуров значение количества направления

- с кодом 0 или 2 больше или равно  $n - wk$  и значение количества данного направления, следующего друг за другом, в коде другого контура больше единице. В частности, для претендента  $r_1$ :  $\Delta\Gamma_a = \{2; 2; 2; 0; 2; 0; 2; 0\}$  и  $\Delta\Gamma_b = \{2; 2; 2; 2; 2; 0; 2; 2\}$ ;
- претендент  $r$  не является вершиной угла  $v$ , в случае если код контура  $\Delta\Gamma_a$  или  $\Delta\Gamma_b$  задан направлениями с кодами  $\{0, 2\}$  и модуль разницы значений количества одинаковых направлений в коде каждого из контуров меньше либо равен единице. При этом значение количества направления с кодом 0 (2) в коде каждого контура больше  $n/2$  и наличие кода направления 2 (0) в коде одного из контуров обязательно. В частности, для претендента  $r_2$ :  $\Delta\Gamma_a = \{0; 0; 2; 0; 0; 2; 0; 0\}$  и  $\Delta\Gamma_b = \{0; 0; 7; 0; 7; 0; 2; 0\}$ ;
  - претендент  $r$  не является вершиной угла  $v$ , в случае если код контура  $\Delta\Gamma_a$  или  $\Delta\Gamma_b$  задан направлениями с кодами  $\{0, 2\}$  и каждое из направлений присутствует в коде более одного раза и их количества не равны. При этом в случае, если в коде контура присутствует больше направлений, в частности, с кодом 0, то значение количества направлений с этим же кодом (0) в другом контуре больше или равно половине количества элементов кода контура. То же верно и для направления с кодом 2. В частности, для претендента  $r_2$ :  $\Delta\Gamma_a = \{0; 3; 0; 3; 0; 0; 3; 0\}$  и  $\Delta\Gamma_b = \{0; 2; 0; 0; 2; 0; 0; 2\}$ ;
  - претендент  $r$  не является вершиной угла  $v$ , в случае если контуры  $\Gamma_a$  и  $\Gamma_b$  аппроксимируются прямой линией. Коды контуров  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  заданы направлениями с кодами:  $\{0, 1\} - \{0, 5\}$ ,  $\{0, 5\} - \{0, 1\}$ ,  $\{0, 3\} - \{0, 7\}$ ,  $\{0, 7\} - \{0, 3\}$ ,  $\{1, 2\} - \{2, 5\}$ ,  $\{2, 5\} - \{1, 2\}$ ,  $\{2, 3\} - \{2, 7\}$  или  $\{2, 7\} - \{2, 3\}$ , наличие значения кода направления из множества  $C$  обязательно. При этом модуль разницы значений количества направления из множества  $C$  в коде контуров  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  меньше либо равен единице. В частности, для претендента  $r_1$ :  $\Delta\Gamma_a = \{2; 1; 1; 2; 1; 1; 2; 1\}$  и  $\Delta\Gamma_b = \{5; 2; 5; 5; 2; 5; 5; 2\}$ ;
  - претендент  $r$  не является вершиной угла  $v$ , в случае если контуры  $\Gamma_a$  и  $\Gamma_b$  аппроксимируются прямой линией. Коды контуров  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  заданы направлениями с кодами:  $\{0, 1, 2\} - \{0, 2, 5\}$ ,  $\{0, 2, 5\} - \{0, 1, 2\}$ ,  $\{0, 2, 3\} - \{0, 2, 7\}$  или  $\{0, 2, 7\} - \{0, 2, 3\}$ , наличие значения кода каждого из направлений обязательно. При этом модуль разницы значений количества направления с кодом 0 или 2 в коде контуров  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  меньше либо равен единице и модуль разницы значений количества направления с кодом 0 или 2, следующего друг за другом, в коде каждого из контуров меньше либо равен единице. Допускается присутствие любого другого направления в коде контура  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  не более  $wk$  раз. В частности, для претендента  $r_1$ :  $\Delta\Gamma_a = \{2; 1; 1; 2; 1; 1; 2; 1\}$  и  $\Delta\Gamma_b = \{5; 2; 5; 5; 2; 5; 5; 2\}$ ;
  - претендент  $r$  не является вершиной угла  $v$ , в случае если контуры  $\Gamma_a$  и  $\Gamma_b$  аппроксимируются прямой линией. Коды контуров  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  заданы направлениями с кодами:  $\{0, 1\} - \{0, 5\}$ ,  $\{0, 5\} - \{0, 1\}$ ,  $\{0, 3\} - \{0, 7\}$ ,  $\{0, 7\} - \{0, 3\}$ ,  $\{1, 2\} - \{2, 5\}$ ,  $\{2, 5\} - \{1, 2\}$ ,  $\{2, 3\} - \{2, 7\}$  или  $\{2, 7\} - \{2, 3\}$ , наличие значения кода направления из множества  $C$  обязательно. При этом модуль разницы значений количества направления из множества  $C$  в коде контуров  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  меньше либо равен единице, а также модуль разницы значений количества направления из множества  $C$  в каждом из контуров меньше либо равен единице и в одном из контуров значение количества кода направления из множества  $C$  равно единице. Допускается присутствие любого другого направления в коде контура  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  не более  $wk$  раз. В частности, для претендента  $r_1$ :  $\Delta\Gamma_a = \{0; 0; 1; 2; 0; 2; 0; 2\}$  и  $\Delta\Gamma_b = \{2; 0; 2; 7; 0; 2; 0; 0\}$ ;
  - претендент  $r$  не является вершиной угла  $v$ , в случае если контуры  $\Gamma_a$  и  $\Gamma_b$  аппроксимируются прямой линией. Коды контуров  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  заданы направлениями с кодами:  $\{0, 7\} - \{0, 2, 3\}$ ,  $\{2, 7\} - \{0, 2, 3\}$ ,  $\{0, 2, 3\} - \{0, 7\}$ ,  $\{0, 2, 3\} - \{2, 7\}$ ,  $\{0, 3\} - \{0, 2, 7\}$ ,  $\{2, 3\} - \{0, 2, 7\}$ ,  $\{0, 2, 7\} - \{0, 3\}$ ,  $\{0, 2, 7\} - \{2, 3\}$ ,  $\{0, 5\} - \{0, 1, 2\}$ ,  $\{2, 5\} - \{0, 1, 2\}$ ,  $\{0, 1, 2\} - \{0, 5\}$ ,  $\{0, 1, 2\} - \{0, 1\}$ ,  $\{0, 1\} - \{0, 2, 5\}$ ,  $\{1, 2\} - \{0, 2, 5\}$ ,  $\{0, 1\} - \{0, 2, 5\}$  или  $\{1, 2\} - \{0, 2, 5\}$ . При этом для контура код, которого содержит наименьшее число направлений (мощность его множества не превышает 2), соответствующие направления встречаются более одного раза. Для оставшегося контура код направления из множества  $C$  и направления с одинаковыми кодами (0 или 2) в коде каждого

из контуров встречаются более одного раза или модуль разницы количества значения направления с одинаковым кодом (0 или 2) в коде каждого из контуров меньше либо равно единицы и модуль разницы количества значения направления с одинаковым кодом (0 или 2), следующих друг за другом, в коде каждого из контуров меньше либо равно единицы. Допускается присутствие любого другого направления в коде контура  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  не более  $wk$  раз. В частности, для претендента  $r_2$ :  $\Delta\Gamma_a = \{0; 3; 0; 0; 2; 0; 0; 2\}$  и  $\Delta\Gamma_b = \{0; 0; 7; 0; 7; 0; 0; 7\}$ ;

- претендент  $r$  не является вершиной угла  $v$ , в случае если в коде контура  $\Delta\Gamma_a$  или  $\Delta\Gamma_b$  присутствуют коды направлений:  $\{1, 3\}$ ,  $\{3, 5\}$ ,  $\{5, 7\}$  или  $\{7, 1\}$  и значение количества в коде одного из направлений более единицы. Допускается присутствие любого другого направления в коде контура  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  не более  $wk$  раз. В частности, для претендента  $r_1$ :  $\Delta\Gamma_a = \{0; 7; 2; 5; 2; 5; 2; 5\}$ ;
- претендент  $r$  не является вершиной угла  $v$ , в случае если в коде контура  $\Delta\Gamma_a$  или  $\Delta\Gamma_b$  присутствуют коды направлений:  $\{1, 3\}$ ,  $\{3, 5\}$ ,  $\{5, 7\}$  или  $\{7, 1\}$ . При этом код этого контура состоит только из отмеченных направлений плюс кода 0 или 2. Допускается присутствие любого другого направления в коде контура  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  не более  $wk$  раз. В частности, для претендента  $r_1$ :  $\Delta\Gamma_b = \{2; 5; 2; 2; 2; 7; 2; 2\}$ .

*Правила соответствия претендента вершине угла:*

- претендент  $r$  является вершиной угла  $v$ , в случае если код контура  $\Delta\Gamma_a$  задан нулями, а код контура  $\Delta\Gamma_b$  задан двойками или наоборот. Допускается присутствие любого другого направления в коде контура  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  не более  $wk$  раз. В частности, для претендента  $r_1$ :  $\Delta\Gamma_a = \{0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0\}$  и  $\Delta\Gamma_b = \{2; 2; 2; 5; 2; 2; 2; 2\}$ ;
- претендент  $r$  является вершиной угла  $v$ , в случае если коды контуров  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  заданы направлениями с кодами  $\{0, 2\}$  и кодом одного из направлений множества  $C$ . Допускается присутствие

любого другого направления в коде контура  $\Delta\Gamma_a$  и  $\Delta\Gamma_b$  не более  $wk$  раз. В частности, для претендента  $r_1$ :  $\Delta\Gamma_a = \{0; 0; 2; 1; 0; 1; 0; 0\}$  и  $\Delta\Gamma_b = \{0; 3; 2; 3; 2; 3; 2; 2\}$ .

Временная сложность алгоритма Ag. 4 равна  $O(1)$ .

## 8. Результаты тестирования

Тестирование алгоритмов Ag. 1 и алгоритма [13] выполнялось со следующими значениями параметров:  $n = 8$ ,  $wk = 1$  и  $mx = my = 3$ . Выделение контура изображения осуществлялось на основе алгоритма обнаружения края Кэнни [19], использующегося со значениями порогов:  $T_1 = 0$  и  $T_2 = 0,35$ . Ширина контура равняется одному отсчету изображения. Использовалась база из 100 различных реальных изображений.

Тесты показали, что представленный в данной работе алгоритм Ag. 1 сопоставим по точности обнаружения с ранее разработанным автором алгоритмом [13]. Для обоих алгоритмов  $k_1 = 0,07$  и  $k_2 = 0,09$ . Однако отличается меньшим временем обработки. Произошло увеличение быстродействия в среднем в 2,1 раза.

Алгоритм Ag. 1 находит свое практическое применение при решении задачи обнаружения и распознавания простого объекта на изображениях, а также в задачах дистанционного зондирования [23–25].

**Заключение.** Предложена модификация разработанного автором алгоритма обнаружения вершины угла на изображении, состоящая в применении алгоритма прослеживания контура на основе анализа окрестности Мура. Это позволило упростить критерии обнаружения вершины угла. В частности, правила начала и завершения прослеживания контура. Проведенное тестирование показало, что разработанный автором алгоритм обнаруживает вершину угла с меньшим временем обработки по сравнению с алгоритмом разработанным автором ранее.

**Источник финансирования исследования.** Данное исследование было самофинансировано на средства самого автора.

## Литература

1. Moravec H. P. Towards automatic visual obstacle avoidance / In Proc. of the 5th Intern. Joint Conf. of Artificial Intelligence. Cambridge, 1977. — P. 587–598.
2. Harris C., Stephens M. A combined corner and edge detector / In Proceedings of the Fourth Alvey Vision Conference. — 1988. — P. 147–152.
3. Shi F., Huang X., Duan Y. Robust Harris-Laplace Detector by Scale Multiplication. Advances in Visual Computing. Berlin: Springer, 2009. — P. 265–274.
4. Trajkovic M., Hedley M. Fast corner detection. Image and vision computing. — 1998. — Vol. 16. — P. 75–87.
5. He X. C., Yung N. H. C. Corner detector based on global and local curvature properties. Optical Engineering. — 2008. — Vol. 47. — № 5. — P. 057008-1-057008-12.
6. Awrangjeb M., Lu G. Robust Image Corner Detection based on the Chord-to-Point Distance Accumulation Technique // IEEE Transaction on Multimedia. — 2008. — Vol. 10. — Issue 6. — P. 1059–1072.



7. Rosten E., Porter R., Drummond T. Faster and better: a machine learning approach to corner detection // *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. — 2008. — Vol. 32. — № 1. — P. 105–119.
8. Quinlan J. R. Induction of decision trees // *Machine Learning*. — 1986. — Vol. 1. — P. 81–106.
9. Kahaki S. M. M., Nordin M. J., Ashtari A. H. Contour-Based Corner Detection and Classification by Using Mean Projection Transform // *Sensors*. — 2014. — Vol. 14. — P. 4126–4143.
10. Verkeenko M. S. Development of an algorithm for fast corner points detection // *Journal of Computer and Systems Sciences International*. — 2014. — Vol. 53. — № 3. — P. 392–401.
11. Lv G. L., Hou Z. J., Zhao H. Y. Research for the Square Corner Detection Algorithm Based on Electronic Measurement Engineering // *Advances in Mechanical and Electronic Engineering*. — 2012. — Vol. 177. — P. 633–638.
12. Feltes M., [et al.]. Improved Contour-Based Corner Detection for Architectural Floor Plans // *Graphics Recognition. Current Trends and Challenges*. — 2014. — P. 191–203.
13. Козловский А. Н. Алгоритм обнаружения вершины угла на изображении на основе аппроксимации контура бинарного изображения // *Международный научный журнал*. — 2016. — № 9. — С. 63–73. DOI:10.21267/IN.2016.9.3288.
14. Kazlouski A. M. Contour analysis-based mathematical model of a particular image object // *International Journal of Research in Engineering, IT and Social Sciences*. — 2018. — Vol. 8. — Issue 9. — P. 112–114.
15. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. М.: Техносфера, 2006. — 616 с.
16. Робертс Л. Автоматическое восприятие трехмерных объектов. Интегральные роботы. М.: Мир, 1973. — 162–208 с.
17. Pradhan R., Kumar S., Agarwal R., Pradhan M. P. and Ghose M. K. Contour line tracing algorithm for digital topographic maps // *International Journal of Image Processing*. 2010. — Vol. 4. — no. 2. — P. 156–163.
18. Reddy P. R., Amarnadh V., Bhaskar M. Evaluation of stopping criterion in contour tracing algorithms // *International Journal of Computer Science and Information Technologies*. — 2012. — Vol. 3. — P. 3888–3894.
19. Canny J. Computational Approach to Edge Detection / *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. — 1986. — Vol. 8. — № 6. — P. 679–698.
20. Фурман Я. А. Введение в контурный анализ: приложения к обработке изображений и сигналов. М.: Физматлит, 2003. — 588 с.
21. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2006. — 1072 с.
22. Pavlidis T. Algorithms for Graphics and Image Processing. Springer-Verlag: Berlin, Germany, 2012.
23. Козловский А. Н. Алгоритмы обнаружения и распознавания простого объекта на изображениях / Эффективные исследования современности. Сборник научных работ X Международной научной конференции Евразийского Научного Объединения. — Москва: ЕНО, октябрь 2015. — Часть 1. — С. 58–61.
24. Козловский А. Н. Алгоритм распознавания простого объекта изображения на основе стохастической геометрии // *Международный научный журнал*. — 2016. — № 11. — С. 70–73. DOI:10.21267/IN.2016.11.3860.
25. Kazlouski A. M. Landmark-based image registration using a plain object model in remote sensing tasks // *International scientific journal «Internauka»*. — 2018. — No. 5 (45). — P. 24–26.

УДК 622.24

**Копей Богдан Володимирович**

*доктор технічних наук,  
професор кафедри нафтогазових машин та обладнання  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

**Копей Богдан Владимирович**

*доктор технических наук,  
профессор кафедры нефтегазовых машин и оборудования  
Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

**Korey Bogdan**

*Doctor of Technical Science, Professor of the  
Department of Oil and Gas Equipment and Machinery  
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**Лях Михайло Михайлович**

*кандидат технічних наук,  
професор кафедри нафтогазових машин та обладнання  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

**Лях Михаил Михайлович**

*кандидат технических наук,  
профессор кафедры нефтегазовых машин и оборудования  
Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

**Lyakh Mykhailo**

*Candidate of Technical Science, Professor of the  
Department of Oil and Gas Equipment and Machinery  
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**Кривоножко Тетяна Анатоліївна**

*аспірант кафедри нафтогазових машин та обладнання  
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*

**Кривоножко Татьяна Анатольевна**

*аспирант кафедры нефтегазовых машин и оборудования  
Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа*

**Kryvonozhko Tetiana**

*Graduate Student of the  
Department of Oil and Gas Equipment and Machinery of the  
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

## **КОНСТРУКТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МУЛЬТИФУНКЦІОНАЛЬНОГО БАГАТОФАЗНОГО СЕПАРАТОРА**

## **КОНСТРУКТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МУЛЬТИФУНКЦИОНАЛЬНОГО МНОГОФАЗНОГО СЕПАРАТОРА**

## **CONSTRUCTIVE MODELING OF A MULTIFUNCTIONAL MULTIPHASE SEPARATOR**

**Анотація.** Конфігурація підводного сепаратора має вирішальне значення, так як при цьому враховується матеріаломісткість та стійкість до умов використання. Попередня підготовка нафтогазового флюїду – нафти, води, газу та піску – призводить до збільшення об'ємів видобування та поліпшення способу обробки нафтогазової продукції. Таким чином основна мета розробки такого обладнання вже полягає у винайденні оптимальної конструкції для більш витратно вигідного використання і у кінцевому результаті ми маємо отримати таке обладнання, яке б зменшило матеріаломісткість та витрати на нього, але в той же час збільшило продуктивність самого обладнання. В роботі розглянуті питання розробки мультифункціонального багатофазного сепаратора, який дасть можливість розділяти газ, воду, та пісок від нафти і направляти розділені фази (нафту і газ) або на підготовку чи для нагнітання знову в пласт (вода, пісок).

**Ключові слова:** підводний сепаратор, гідроциклон, багатофазний, газ, вода, пісок, нафта.

**Аннотация.** Конфигурация подводного сепаратора имеет решающее значение, так как при этом учитывается материалоемкость и устойчивость к условиям использования. Подготовка нефтегазового флюида – нефти, воды, газа и песка – приводит к увеличению объемов добычи и улучшения способа обработки нефтегазовой продукции. Таким образом основная цель разработки такого оборудования состоит в изобретении оптимальной конструкции для более выгодного использования и в конечном итоге мы должны получить такое оборудование, которое бы уменьшило материалоемкость и расходы на него, но в то же время увеличило производительность самого оборудования. В работе рассмотрены вопросы разработки мультифункционального многофазного сепаратора, который даст возможность разделять газ, воду, и песок от нефти и направлять разделенные фазы (нефть и газ) или на подготовку или для нагнетания снова в пласт (вода, песок).

**Ключевые слова:** подводный сепаратор, гидроциклон, многофазный, газ, вода, песок, нефть.

**Summary.** The configuration of the subsea separator is crucial, since it takes into account the material strength and resistance to the conditions of use. Preliminary preparation of oil and gas fluid – oil, water, gas and sand – leads to an increase in the volume of extraction and improvement of the way oil and gas products are processed. Thus, the main purpose of developing such equipment is to find the optimal design for more cost-effective use and in the end we should have such equipment that would reduce the material consumption and costs, but at the same time, increased the productivity of the equipment itself. The paper considers the development of a multifunctional multiphase separator, which will enable the separation of gas, water, and sand from oil and direct the separated phases (oil and gas), or for preparation or for re-injection into the formation (water, sand).

**Key words:** subsea separator, hydrocyclone, multiphase, gas, water, oil, sand.

**Постановка проблеми.** Дана розробка відноситься до галузі підводного нафтогазовидобувного обладнання, яке встановлюється на морському дні на гирлі свердловини для подальшого первинного оброблення та транспортування трубопроводами на поверхню попередньо підготовленої продукції. Це дає змогу продовжити термін використання всього обладнання, яке бере участь у процесі транспортування нафтогазової суміші на поверхню.

**Аналіз існуючих конструкцій сепараторів.** Багатофазні підводні сепаратори – категорія підводного нафтогазового обладнання, яка використовується для попередньої підготовки нафтогазової продукції для подальшого її транспортування і використання. Вибір типу сепаратора залежить головним чином від мети і цілі поділу, які повинні бути зроблені, складу флюїду, глибини роботи та очікуваних перебоїв швидкості потоку. Такі пристрої встановлюються біля гирла свердловини на морському дні. Даний сепаратор можна теж використовувати для глибоководних родовищ.

Сучасні підводні сепаратори, використовувані в морських умовах, при укладанні на морське дно, а також при експлуатації, піддаються значним механічним навантаженням. Звичайною практикою є використання двофазного чи трифазного сепаратора [1], що є значною перевагою підводної сепараційної системи, але в даному випадку для покращення

функціональних властивостей системи пропонується багатофункціональний чотирифазний сепаратор.

Проблеми, що виникають в практиці підводної сепарації полягають в тому, що використання дво- і трифазних сепараторів не дає повного попереднього очищення газонафтової суміші для подальшого транспортування без негативного впливу неочищених часток на транспортне нафтогазове обладнання [2; 3]. Звичайною стала практика використання сучасних сепараторів, які працюють від насоса чи двигуна. В результаті, такі сепаратори потребують набагато більше коштів та часу на обслуговування і можуть швидше виходити з ладу.

**Конструкція сепаратора.** Дана розробка спрямована на створення багатофункціонального чотирифазного сепаратора, який є легшим і менш матеріаломістким в його виробництві при заданій продуктивності і може працювати без додаткового джерела живлення.

У відповідності з першим аспектом цієї розробки, мультифункціональний багатофазний сепаратор складається із сепараційної системи, яка працює за рахунок швидкості виходу свердловинного нафтогазового флюїду, використовуючи дію відцентрових та гравітаційних сил. Кожна із зазначених частин працює на розділення і транспортування вже розділених частин нафтогазового флюїду. У циліндричному захисному корпусі міститься вихід з чотирьох

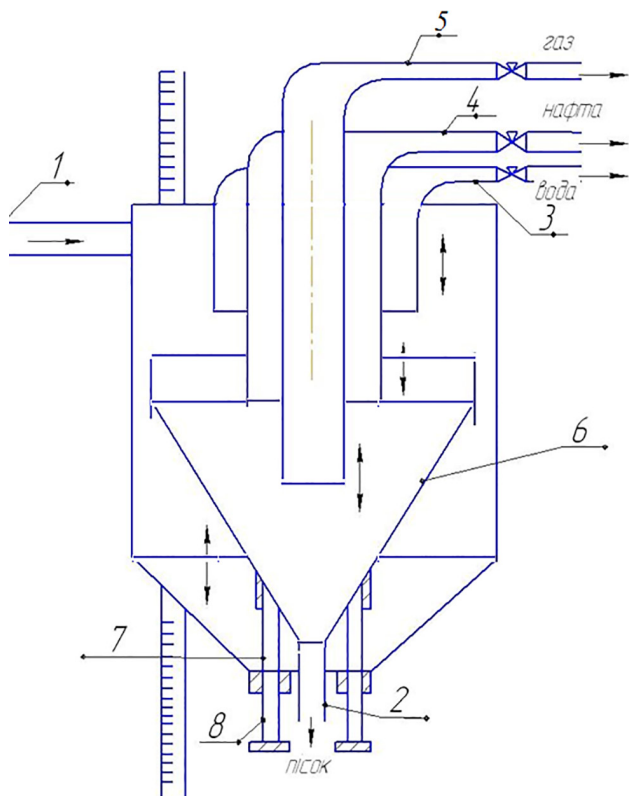


Рис. 1. Багатофазний гідроциклонний сепаратор

патрубків, один з яких призначений для виведення піску і газогідратів із нижньої частини сепаратора. Решта, три фази, попадають в зону дії уловлюючого конуса, який розташований всередині корпусу і це створює додаткові завихрення і за рахунок цього розділені фази потрапляють у решту вихідних па-

трубків, які виведені у верхню частину сепаратора і з'єднані з подальшою системою транспортування. Регулюється швидкість розділення багатофазної суміші і швидкість руху виходу частинок за рахунок підняття та опускання внутрішнього конусу вгору чи вниз.

Основною проблемою підводних сепараторів є вихід з ладу частин обладнання, яке працює у воді під впливом декількох факторів, які призводять до розриву зв'язку між наземним і морським підводним видом обладнання. Завданням цієї розробки є створення багатофункціонального сепаратора, який може бути використаний при динамічних навантаженнях або глибоководному застосуванні, особливо при глибині акваторії понад 1000–2000 метрів. Усунення в першу чергу твердої фази пластового флюїду, як наслідок зробить даний сепаратор більш зносостійким і застосовуваним на великих морських глибинах.

**Короткий опис конструкції.** На рисунку показано поперечний переріз чотирифазного сепаратора у відповідності з варіантом здійснення конструкції.

Сепаратор, показаний на рисунку, містить у корпусі внутрішній конус 6. Чотири вихідних патрубки 2, 3, 4, 5 виводять продукти процесу розділення. Патрубок 2 знаходиться в нижній частині корпусу сепаратора, 5, 4 і 3 у верхній частині, де в подальшому з'єднуються з транспортними комунікаціями. В сепараторі є регулятор висоти внутрішніх пластин 7 та опору 8.

**Висновки.** Розроблена конструкція багатофазного гідроциклонного сепаратора, яка дасть можливість розділяти газ, воду та пісок від нафти. Розділені фази (нафта і газ) направляються або на підготовку чи нагнітаються знову в пласт (вода, пісок).

### Література

1. Subsea separation apparatus for treating crude oil comprising a separator module with a separator tank (Патент США, Pub. No. US20050173322, A1, 11 aug. 2005).
2. Kopey B. V., Kryvonozhko T. A., Liakh M. M., Yuriew E. V. Mathematical model of gas-liquid-sand mixture separation of four-phase separator of inertial type for subsea separation. AGH Drilling, Oil, Gas. — Vol. 33, No. 2. Krakow. — 2016 — pp. 361–377.
3. Kopey B., Kryvonozhko T., Liakh M., Yuriew E. Laboratory experiment studies of multiphase separator. Journal of Hydrocarbon Power Engineering. — 2016. — Vol. 3. — Issue 2. — pp. 46–51.

### References

1. Subsea separation apparatus for treating crude oil comprising a separator module with a separator tank (Патент США, Pub. No. US20050173322, A1, 11 aug. 2005).
2. Kopey B. V., Kryvonozhko T. A., Liakh M. M., Yuriew E. V. Mathematical model of gas-liquid-sand mixture separation of four-phase separator of inertial type for subsea separation. AGH Drilling, Oil, Gas. — Vol. 33, No. 2. Krakow, 2016 — pp. 361–377.
3. Kopey B., Kryvonozhko T., Liakh M., Yuriew E. Laboratory experiment studies of multiphase separator. Journal of Hydrocarbon Power Engineering. 2016, Vol. 3, Issue 2 — pp. 46–51.



УДК 664.641.4

**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*

**Мурзін Андрій Вадимович**

*кандидат технічних наук, старший викладач кафедри*

*технології ресторанної і аюрведичної продукції*

*Національний університет харчових технологій*

**Мурзин Андрей Вадимович**

*кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры*

*технологии ресторанной и аюрведической продукции*

*Национальный университет пищевых технологий*

**Murzin Andrii**

*Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer*

*National University of Food Technologies*

**Руських Аліна Ігорівна**

*студент*

*Національного університету харчових технологій*

**Русских Алина Игоревна**

*студент*

*Национального университета пищевых технологий*

**Russkikh Alina**

*Student of the*

*National University of Food Technologies*

**Ремезок Петро Володимирович**

*студент*

*Національного університету харчових технологій*

**Ремезок Петр Владимирович**

*студент*

*Национального университета пищевых технологий*

**Remezok Petro**

*Student of the*

*National University of Food Technologies*

**Салига Василь Іванович**

*студент*

*Національного університету харчових технологій*

**Салига Василий Иванович**

*студент*

*Национального университета пищевых технологий*

**Salyha Vasyi**

*Student of the*

*National University of Food Technologies*

DOI: 10.25313/2520-2057-2018-20-4383

**ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ РАЦІОНІВ ХАРЧУВАННЯ  
В РЕСТОРАННОМУ БІЗНЕСІ**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА РАЦИОНОВ ПИТАНИЯ  
В РЕСТОРАННОМ БИЗНЕСЕ**

**DETERMINATION OF THE QUALITY OF DIETS  
IN THE RESTAURANT BUSINESS**

**Анотація.** В роботі проведено оцінку якості раціонів харчування у ресторанному бізнесі з позиції норм фізіологічної потреби людини.

**Ключові слова:** кваліметрія, якість, харчування.

**Аннотация.** В работе проведена оценка качества рационов питания в ресторанном бизнесе с позиции норм физиологической потребности человека.

**Ключевые слова:** квалиметрия, качество, питание.

**Summary.** The work assessed the quality of food rations in the restaurant business from the standpoint of the norms of the physiological human need.

**Key words:** qualimetry, quality, diet.

**Вступ.** На сьогодні однією із головних проблем готельно-ресторанного господарства є розробка та впровадження системи управління якістю [1], наявність якої залишається важливим інструментом [2] у конкурентній боротьбі на ринку [3–5]. Одним з елементів системи управління якістю у закладах ресторанного господарства [6] є впровадження системи оцінки якості раціонів харчування [7].

Проблема харчування людини залишається актуальною та пов'язана із впливом на здоров'я, працездатність, стійкість організму людини до екологічно шкідливих чинників виробництва і середовища проживання. Особливе значення для підтримання здоров'я та працездатності людини є повноцінне і регулярне постачання до організму необхідних речовин, які повинні надходити у повному обсязі, згідно норм фізіологічної потреби організму [7; 8], в залежності від статі, віку, характеру праці, клімату, фізіологічного стану, індивідуальних особливостей організму.

Для узагальнення та аналізу критеріїв оцінки якості, методів їх вимірювання, а також визначення якісних параметрів продуктів харчування, застосовують кваліметричні методи [9; 10].

**Метою роботи** є визначення якості раціонів харчування в ресторанному бізнесі згідно 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 [1; 6]. Для вирішення цього завдання необхідно скористатися комплексним методами оцінювання якості продукції [11].

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 [12; 13].

Методика визначення комплексної оцінки якості раціону харчування [1–13]:

1) Значення абсолютних 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 білків і вуглеводів та мінус 1 при оцінці вмісту жирів.

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

$$m_{ij} = \frac{\sum M_{ij}^{баз}}{M_{ij}^{баз} \cdot \sum \left( \frac{\sum M_{ij}^{баз}}{M_{ij}^{баз}} \right)}. \quad (4)$$

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

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

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. 1–2.

Дані за 2014–2017 роки наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях.

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 (табл. 2).

Абсолютні значення показників якості енергетичних харчових речовин, мінеральних речовин та вітамінів розраховували за формулою (1), які становлять: для білків —  $P_{б} = 0,135$ ; жирів —  $P_{ж} = 0,193$ ; вуглеводів —  $P_{в} = 0,672$ ; натрію —  $P_{Na} = 0,423$ ; калію —  $P_{K} = 0,263$ ; кальцію —  $P_{Ca} = 0,033$ ; магнію —  $P_{Mg} = 0,013$ ; фосфору —  $P_{P} = 0,269$ ; тіаміну —  $P_{B1} = 0,010$ ; рибофлавіну —  $P_{B2} = 0,013$ ; піридоксину —  $P_{B6} = 0,010$ ; аскорбінової кислоти —  $P_{c} = 0,966$ . 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 —  $P_{б}^{баз} = 0,143$ ; жирів —  $P_{ж}^{баз} = 0,173$ ; вуглеводів —  $P_{в}^{баз} = 0,684$ ; натрію —  $P_{Na}^{баз} = 0,448$ ; калію —  $P_{K}^{баз} = 0,336$ ; кальцію —  $P_{Ca}^{баз} = 0,072$ ; магнію —  $P_{Mg}^{баз} = 0,036$ ; фосфору —  $P_{P}^{баз} = 0,108$ ; тіаміну —  $P_{B1}^{баз} = 0,018$ ; рибофлавіну —  $P_{B2}^{баз} = 0,020$ ; піридоксину —  $P_{B6}^{баз} = 0,021$ ; аскорбінової кислоти —  $P_{c}^{баз} = 0,941$ .

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          |
| <b>Всього енергетичних харчових речовин, г:</b> | <b>617,00</b>   |
| 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         |
| <b>Всього мінеральних речовин, мг</b>           | <b>11150,00</b> |
| тіамін (B <sub>1</sub> ), мг                    | 1,60            |
| рибофлавін (B <sub>2</sub> ), мг                | 1,80            |
| піридоксин (B <sub>6</sub> ), мг                | 1,90            |
| аскорбінова кислота (C), мг                     | 85,00           |
| <b>Всього вітамінів, мг</b>                     | <b>90,30</b>    |

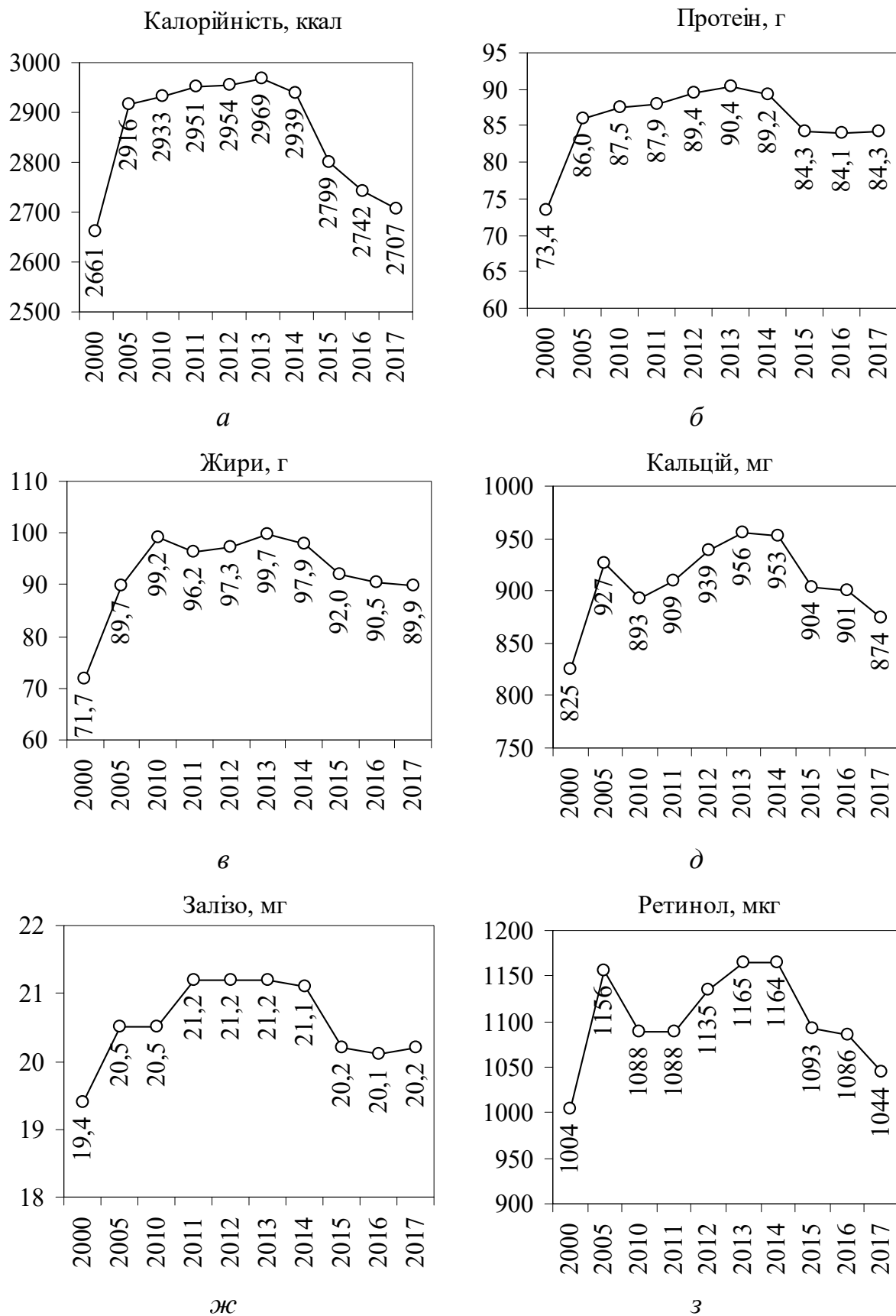


Рис. 1. Середньодобове споживання населенням України основних мікро- та макроелементів у складі продуктів харчування



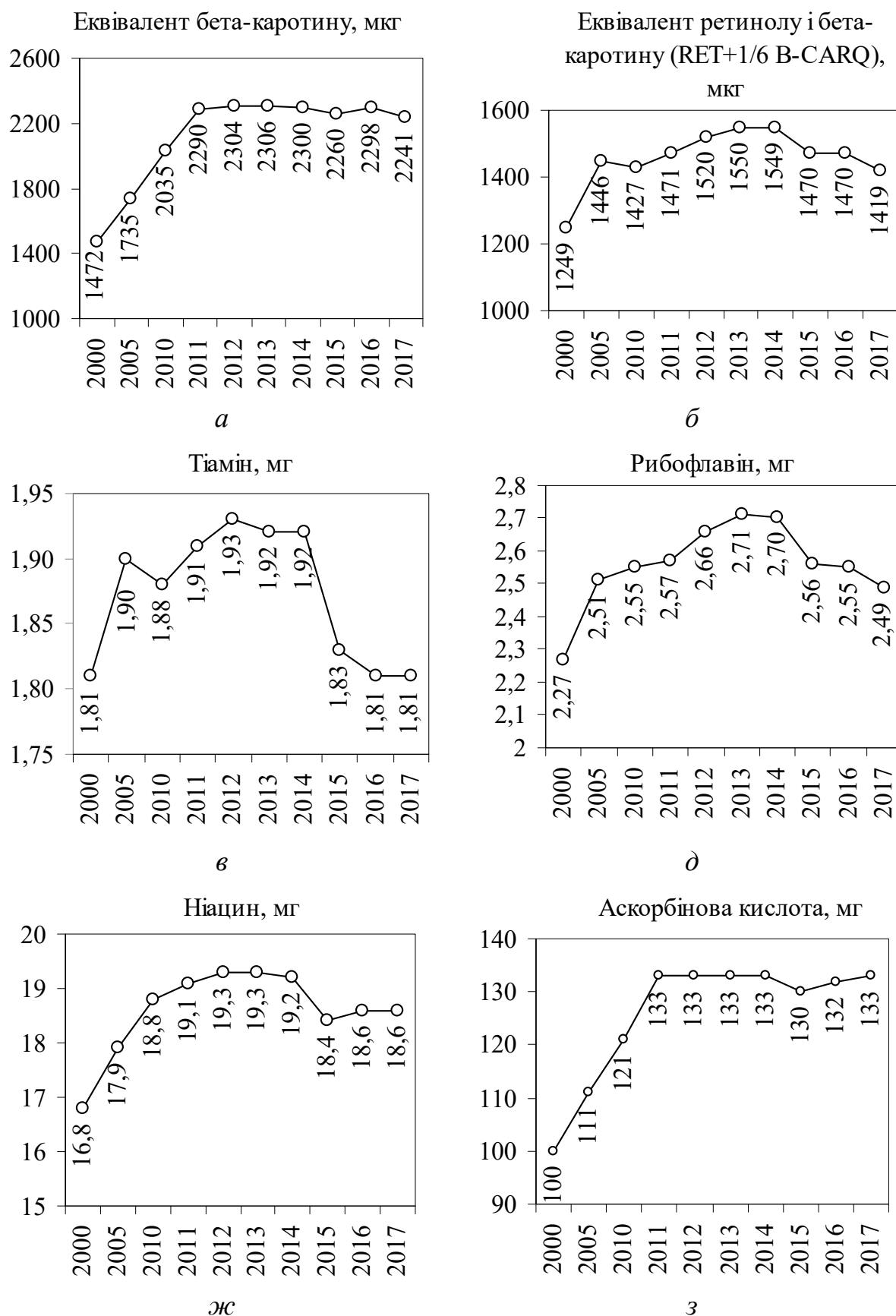


Рис. 2. Середньодобове споживання населенням України основних мікро- та макроелементів у складі продуктів харчування

Таблиця 2

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

| Харчові речовини         | Найменування страви |                                  |                        |                    |                |                     | Разом  |
|--------------------------|---------------------|----------------------------------|------------------------|--------------------|----------------|---------------------|--------|
|                          | Масло вершкове      | Ікра кабачкова з зеленою цибулею | Яєчня натуральна (2шт) | Макарони відварені | Батон нарізний | Кава чорна з цукром |        |
| Маса, г                  | 10,00               | 150,00                           | 80,00                  | 100,00             | 100,00         | 200                 | 640    |
| Енергетичні речовини, г: |                     |                                  |                        |                    |                |                     |        |
| білки                    | 0,06                | 3,06                             | 10,20                  | 10,40              | 7,40           | 0,34                | 31,46  |
| жири                     | 8,25                | 15,45                            | 16,50                  | 0,90               | 2,90           | 1,10                | 45,10  |
| вуглеводи                | 0,09                | 13,71                            | 2,10                   | 75,20              | 51,40          | 14,32               | 156,82 |
| Мінеральні речовини, мг: |                     |                                  |                        |                    |                |                     |        |
| Na                       | 7,4                 | 1146,0                           | 319,0                  | 10,0               | 402,0          | 0,0                 | 1884,4 |
| K                        | 2,3                 | 729,0                            | 113,0                  | 124,0              | 125,0          | 77,0                | 1170,3 |
| Ca                       | 2,2                 | 43,5                             | 47,0                   | 18,0               | 25,0           | 10,0                | 145,7  |
| Mg                       | 0,30                | 29,85                            | 10,00                  | 16,00              | 3,00           | 0,00                | 59,15  |
| P                        | 1,9                 | 50,1                             | 173,0                  | 87,0               | 872,0          | 13,0                | 1197,0 |
| Вітаміни, мг:            |                     |                                  |                        |                    |                |                     |        |
| B <sub>1</sub>           | 0,00                | 0,09                             | 0,05                   | 0,17               | 0,15           | 0,00                | 0,46   |
| B <sub>2</sub>           | 0,010               | 0,075                            | 0,350                  | 0,080              | 0,080          | 0,000               | 0,595  |
| B <sub>6</sub>           | 0,000               | 0,255                            | 0,090                  | 0,060              | 0,060          | 0,000               | 0,465  |
| C                        | 0,00                | 43,05                            | 0,60                   | 0,00               | 0,00           | 0,00                | 43,65  |

Значення коефіцієнтів вагомості  $m_{ij}$  харчових речовин розраховували за рекомендованими нормами фізіологічної потреби (табл. 1) за формулою (4). Коефіцієнти вагомості становили для: білків —  $m_o=0,492$ ; жирів —  $m_{ж}=0,405$ ; вуглеводів —  $m_o=0,103$ ; натрію —  $m_{Na}=0,040$ ; калію —  $m_K=0,053$ ; кальцію —  $m_{Ca}=0,247$ ; магнію —  $m_{Mg}=0,495$ ; фосфору —  $m_P=0,165$ ; тіаміну —  $m_{B1}=0,364$ ; 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 —  $K_o=0,945$ ; жирів —  $K_{ж}=0,897$ ; вуглеводів —  $K_o=0,982$ ; натрію —  $K_{Na}=0,943$ ; калію —  $K_K=0,781$ ; кальцію —  $K_{Ca}=0,456$ ; магнію —  $K_{Mg}=0,370$ ; фосфору —  $K_P=2,496$ ; тіаміну —  $K_{B1}=0,575$ ; рибофлавіну —  $K_{B2}=0,661$ ; піридоксину —  $K_{B6}=0,489$ ; аскорбінової кислоти —  $K_c=1,027$ .

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 — 0,10. В результаті розрахунків сніданок має комплексну оцінку якості, яка становить  $K_o=0,723$ .

**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 —  $P_o=0,205$ ; жирів —  $P_{ж}=0,088$ ; вуглеводів —  $P_o=0,706$ ; натрію —  $P_{Na}=0,527$ ; калію —  $P_K=0,296$ ; кальцію —  $P_{Ca}=0,040$ ; магнію —  $P_{Mg}=0,038$ ; фосфору —  $P_P=0,098$ ; тіаміну —  $P_{B1}=0,016$ ; рибофлавіну —  $P_{B2}=0,015$ ; піридоксину —  $P_{B6}=0,031$ ; аскорбінової кислоти —  $P_c=0,938$  (табл. 5).

Оцінку одиничних показників для групи харчових речовин розраховували за формулою (3), у результаті отримували наступні значення для: білків —  $K_o=1,439$ ; жирів —  $K_{ж}=1,963$ ; вуглеводів —  $K_o=1,033$ ; натрію —  $K_{Na}=1,175$ ; калію —  $K_K=0,880$ ; кальцію —  $K_{Ca}=0,562$ ; магнію —  $K_{Mg}=1,064$ ; фосфору —  $K_P=0,915$ ; тіаміну —  $K_{B1}=0,911$ ; рибофлавіну —  $K_{B2}=0,757$ ; піридоксину —  $K_{B6}=1,467$ ; аскорбінової кислоти —  $K_c=0,996$ .

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 —  $K_o=1,222$ .

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 |       |                              |       |                                 |       |                                      |       |
| $P_{\text{б}}$       | 0,135 | $P_{\text{б}}^{\text{баз}}$  | 0,143 | $m_{\text{б}}$                  | 0,492 | $K_{\text{б}}$                       | 0,945 |
| $P_{\text{ж}}$       | 0,193 | $P_{\text{ж}}^{\text{баз}}$  | 0,173 | $m_{\text{ж}}$                  | 0,405 | $K_{\text{ж}}$                       | 0,897 |
| $P_{\text{в}}$       | 0,672 | $P_{\text{в}}^{\text{баз}}$  | 0,684 | $m_{\text{в}}$                  | 0,103 | $K_{\text{в}}$                       | 0,982 |
| Мінеральні речовини  |       |                              |       |                                 |       |                                      |       |
| $P_{\text{Na}}$      | 0,423 | $P_{\text{Na}}^{\text{баз}}$ | 0,448 | $m_{\text{Na}}$                 | 0,040 | $K_{\text{Na}}$                      | 0,943 |
| $P_{\text{K}}$       | 0,263 | $P_{\text{K}}^{\text{баз}}$  | 0,336 | $m_{\text{K}}$                  | 0,053 | $K_{\text{K}}$                       | 0,781 |
| $P_{\text{Ca}}$      | 0,033 | $P_{\text{Ca}}^{\text{баз}}$ | 0,072 | $m_{\text{Ca}}$                 | 0,247 | $K_{\text{Ca}}$                      | 0,456 |
| $P_{\text{Mg}}$      | 0,013 | $P_{\text{Mg}}^{\text{баз}}$ | 0,036 | $m_{\text{Mg}}$                 | 0,495 | $K_{\text{Mg}}$                      | 0,370 |
| $P_{\text{р}}$       | 0,269 | $P_{\text{р}}^{\text{баз}}$  | 0,108 | $m_{\text{р}}$                  | 0,165 | $K_{\text{р}}$                       | 2,496 |
| Вітаміни             |       |                              |       |                                 |       |                                      |       |
| $P_{\text{B1}}$      | 0,010 | $P_{\text{B1}}^{\text{баз}}$ | 0,018 | $m_{\text{B1}}$                 | 0,364 | $K_{\text{B1}}$                      | 0,575 |
| $P_{\text{B2}}$      | 0,013 | $P_{\text{B2}}^{\text{баз}}$ | 0,020 | $m_{\text{B2}}$                 | 0,323 | $K_{\text{B2}}$                      | 0,661 |
| $P_{\text{B6}}$      | 0,010 | $P_{\text{B6}}^{\text{баз}}$ | 0,021 | $m_{\text{B6}}$                 | 0,306 | $K_{\text{B6}}$                      | 0,489 |
| $P_{\text{с}}$       | 0,966 | $P_{\text{с}}^{\text{баз}}$  | 0,941 | $m_{\text{с}}$                  | 0,007 | $K_{\text{с}}$                       | 1,027 |

Таблиця 4

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

| Харчові речовини         | Найменування страви  |                              |                  |               |                               |                       | Разом  |
|--------------------------|----------------------|------------------------------|------------------|---------------|-------------------------------|-----------------------|--------|
|                          | Вінегрет з оселедцем | Борщ з капустою та картоплею | Біфштекс січений | Пшенична каша | Хліб пшеничний з муки 1 сорту | Компот із сухофруктів |        |
| Маса, г                  | 150                  | 500                          | 50               | 150           | 150                           | 200                   | 1200   |
| Енергетичні речовини, г: |                      |                              |                  |               |                               |                       |        |
| білки                    | 3,84                 | 4,90                         | 25,50            | 7,50          | 11,40                         | 0,40                  | 53,54  |
| жири                     | 0,225                | 10,300                       | 10,500           | 0,660         | 1,350                         | 0,000                 | 23,035 |
| вуглеводи                | 20,58                | 26,20                        | 1,20             | 32,10         | 74,55                         | 29,60                 | 184,23 |
| Мінеральні речовини, мг  |                      |                              |                  |               |                               |                       |        |
| $Na$                     | 159                  | 1564                         | 284              | 585           | 732                           | 24                    | 3348   |
| $K$                      | 432,0                | 849,0                        | 146,0            | 177,0         | 190,5                         | 86,0                  | 1880,5 |
| $Ca$                     | 73,95                | 83,00                        | 10,00            | 33,00         | 39,00                         | 17,00                 | 255,95 |
| $Mg$                     | 69,0                 | 59,0                         | 17,0             | 36,0          | 52,5                          | 9,0                   | 242,5  |
| $P$                      | 102,45               | 94,40                        | 139,00           | 153,00        | 124,50                        | 12,00                 | 625,35 |
| Вітаміни, мг:            |                      |                              |                  |               |                               |                       |        |
| $B_1$                    | 0,135                | 0,120                        | 0,070            | 0,120         | 0,240                         | 0,000                 | 0,685  |
| $B_2$                    | 0,21                 | 0,10                         | 0,15             | 0,06          | 0,12                          | 0,00                  | 0,64   |
| $B_6$                    | 0,30                 | 0,41                         | 0,30             | 0,21          | 0,09                          | 0,00                  | 1,31   |
| $C$                      | 26,1                 | 13,7                         | 0,0              | 0,0           | 0,0                           | 0,0                   | 39,8   |

3. Комплексна оцінку 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 їдальні (табл. 6).

Абсолютні значення показників якості харчових показників розраховували за формулою

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 |       |                              |       |                                 |       |                                      |       |
| $P_{\text{б}}$       | 0,205 | $P_{\text{б}}^{\text{баз}}$  | 0,143 | $m_{\text{б}}$                  | 0,492 | $K_{\text{б}}$                       | 1,439 |
| $P_{\text{ж}}$       | 0,088 | $P_{\text{ж}}^{\text{баз}}$  | 0,173 | $m_{\text{ж}}$                  | 0,405 | $K_{\text{ж}}$                       | 1,963 |
| $P_{\text{в}}$       | 0,706 | $P_{\text{в}}^{\text{баз}}$  | 0,684 | $m_{\text{в}}$                  | 0,103 | $K_{\text{в}}$                       | 1,033 |
| Мінеральні речовини  |       |                              |       |                                 |       |                                      |       |
| $P_{\text{Na}}$      | 0,527 | $P_{\text{Na}}^{\text{баз}}$ | 0,448 | $m_{\text{Na}}$                 | 0,040 | $K_{\text{Na}}$                      | 1,175 |
| $P_{\text{К}}$       | 0,296 | $P_{\text{К}}^{\text{баз}}$  | 0,336 | $m_{\text{К}}$                  | 0,053 | $K_{\text{К}}$                       | 0,880 |
| $P_{\text{Ca}}$      | 0,040 | $P_{\text{Ca}}^{\text{баз}}$ | 0,072 | $m_{\text{Ca}}$                 | 0,247 | $K_{\text{Ca}}$                      | 0,562 |
| $P_{\text{Mg}}$      | 0,038 | $P_{\text{Mg}}^{\text{баз}}$ | 0,036 | $m_{\text{Mg}}$                 | 0,495 | $K_{\text{Mg}}$                      | 1,064 |
| $P_{\text{р}}$       | 0,098 | $P_{\text{р}}^{\text{баз}}$  | 0,108 | $m_{\text{р}}$                  | 0,165 | $K_{\text{р}}$                       | 0,915 |
| Вітаміни             |       |                              |       |                                 |       |                                      |       |
| $P_{\text{В1}}$      | 0,016 | $P_{\text{В1}}^{\text{баз}}$ | 0,018 | $m_{\text{В1}}$                 | 0,364 | $K_{\text{В1}}$                      | 0,911 |
| $P_{\text{В2}}$      | 0,015 | $P_{\text{В2}}^{\text{баз}}$ | 0,020 | $m_{\text{В2}}$                 | 0,323 | $K_{\text{В2}}$                      | 0,757 |
| $P_{\text{В6}}$      | 0,031 | $P_{\text{В6}}^{\text{баз}}$ | 0,021 | $m_{\text{В6}}$                 | 0,306 | $K_{\text{В6}}$                      | 1,467 |
| $P_{\text{с}}$       | 0,938 | $P_{\text{с}}^{\text{баз}}$  | 0,941 | $m_{\text{с}}$                  | 0,007 | $K_{\text{с}}$                       | 0,996 |

Таблиця 6

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

| Харчові речовини         | Найменування страви  |                |              | Разом |
|--------------------------|----------------------|----------------|--------------|-------|
|                          | Суп молочний рисовий | Батон нарізний | Чай з цукром |       |
| Маса, г                  | 500                  | 100            | 200          | 800   |
| Енергетичні речовини, г: |                      |                |              |       |
| білки                    | 12,3                 | 7,40           | 0,20         | 19,9  |
| жири                     | 15,7                 | 2,90           | 0,00         | 18,6  |
| вуглеводи                | 46,4                 | 51,40          | 16,00        | 113,8 |
| Мінеральні речовини, мг: |                      |                |              |       |
| $Na$                     | 911                  | 402,00         | 0,00         | 1313  |
| $K$                      | 383                  | 125,00         | 6,00         | 514   |
| $Ca$                     | 301                  | 25,00          | 1,00         | 327   |
| $Mg$                     | 41                   | 3,00           | 1,00         | 45    |
| $P$                      | 245                  | 872,00         | 0,00         | 1117  |
| Вітаміни, мг:            |                      |                |              |       |
| $B_1$                    | 0,1                  | 0,15           | 0,00         | 0,25  |
| $B_2$                    | 0,31                 | 0,08           | 0,00         | 0,39  |
| $B_6$                    | 0,16                 | 0,06           | 0,00         | 0,22  |
| $C$                      | 1,3                  | 0,00           | 0,00         | 1,3   |

(1), які становлять для: білків —  $P_b=0,131$ ; жирів —  $P_{ж}=0,122$ ; вуглеводів —  $P_v=0,747$ ; натрію —  $P_{Na}=0,396$ ; калію —  $P_K=0,155$ ; кальцію —  $P_{Ca}=0,099$ ; магнію —  $P_{Mg}=0,014$ ; фосфору —  $P_P=0,337$ ; тіаміну —  $P_{B1}=0,116$ ; рибофлавіну —  $P_{B2}=0,181$ ; піридоксину —  $P_{B6}=0,102$ ; аскорбінової кислоти —  $P_c=0,602$  (табл. 7).

Оцінку одиничних показників якості харчових показників розраховували за формулою (3), результати яких становлять для: білків —  $K_b=0,916$ ; жирів —  $K_{ж}=1,420$ ; вуглеводів —  $K_v=1,092$ ; натрію —  $K_{Na}=0,883$ ; калію —  $K_K=0,461$ ; кальцію —  $K_{Ca}=1,374$ ; магнію —  $K_{Mg}=0,378$ ; фосфору —  $K_P=3,130$ ; тіаміну —  $K_{B1}=6,532$ ; рибофлавіну —  $K_{B2}=9,058$ ; пі-



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 |       |                              |       |                                 |       |                                      |       |
| $P_{\text{б}}$       | 0,131 | $P_{\text{б}}^{\text{баз}}$  | 0,143 | $m_{\text{б}}$                  | 0,492 | $K_{\text{б}}$                       | 0,916 |
| $P_{\text{ж}}$       | 0,122 | $P_{\text{ж}}^{\text{баз}}$  | 0,173 | $m_{\text{ж}}$                  | 0,405 | $K_{\text{ж}}$                       | 1,420 |
| $P_{\text{в}}$       | 0,747 | $P_{\text{в}}^{\text{баз}}$  | 0,684 | $m_{\text{в}}$                  | 0,103 | $K_{\text{в}}$                       | 1,092 |
| Мінеральні речовини  |       |                              |       |                                 |       |                                      |       |
| $P_{\text{Na}}$      | 0,396 | $P_{\text{Na}}^{\text{баз}}$ | 0,448 | $m_{\text{Na}}$                 | 0,040 | $K_{\text{Na}}$                      | 0,883 |
| $P_{\text{К}}$       | 0,155 | $P_{\text{К}}^{\text{баз}}$  | 0,336 | $m_{\text{К}}$                  | 0,053 | $K_{\text{К}}$                       | 0,461 |
| $P_{\text{Ca}}$      | 0,099 | $P_{\text{Ca}}^{\text{баз}}$ | 0,072 | $m_{\text{Ca}}$                 | 0,247 | $K_{\text{Ca}}$                      | 1,374 |
| $P_{\text{Mg}}$      | 0,014 | $P_{\text{Mg}}^{\text{баз}}$ | 0,036 | $m_{\text{Mg}}$                 | 0,495 | $K_{\text{Mg}}$                      | 0,378 |
| $P_{\text{Р}}$       | 0,337 | $P_{\text{Р}}^{\text{баз}}$  | 0,108 | $m_{\text{Р}}$                  | 0,165 | $K_{\text{Р}}$                       | 3,130 |
| Вітаміни             |       |                              |       |                                 |       |                                      |       |
| $P_{\text{В1}}$      | 0,116 | $P_{\text{В1}}^{\text{баз}}$ | 0,018 | $m_{\text{В1}}$                 | 0,364 | $K_{\text{В1}}$                      | 6,532 |
| $P_{\text{В2}}$      | 0,181 | $P_{\text{В2}}^{\text{баз}}$ | 0,020 | $m_{\text{В2}}$                 | 0,323 | $K_{\text{В2}}$                      | 9,058 |
| $P_{\text{В6}}$      | 0,102 | $P_{\text{В6}}^{\text{баз}}$ | 0,021 | $m_{\text{В6}}$                 | 0,306 | $K_{\text{В6}}$                      | 4,841 |
| $P_{\text{с}}$       | 0,602 | $P_{\text{с}}^{\text{баз}}$  | 0,941 | $m_{\text{с}}$                  | 0,007 | $K_{\text{с}}$                       | 0,639 |

Таблиця 8

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

| Харчові речовини         | Найменування страви |        |         | Разом   |
|--------------------------|---------------------|--------|---------|---------|
|                          | Сніданок            | Обід   | Вечеря  |         |
| Маса, г                  | 640                 | 1200   | 800     | 2640    |
| Енергетичні речовини, г: |                     |        |         |         |
| білки                    | 31,46               | 53,54  | 19,90   | 104,90  |
| жири                     | 45,100              | 23,035 | 18,600  | 86,736  |
| вуглеводи                | 156,82              | 184,23 | 113,80  | 454,85  |
| Мінеральні речовини, мг: |                     |        |         |         |
| $Na$                     | 1884,4              | 3348,0 | 1313,0  | 6545,4  |
| $K$                      | 1170,3              | 1880,5 | 514,0   | 3564,8  |
| $Ca$                     | 145,70              | 255,95 | 327,00  | 728,65  |
| $Mg$                     | 59,15               | 242,50 | 45,00   | 346,65  |
| $P$                      | 1197,00             | 625,35 | 1117,00 | 2939,35 |
| Вітаміни, мг:            |                     |        |         |         |
| $B1$                     | 0,460               | 0,685  | 0,250   | 1,395   |
| $B2$                     | 0,595               | 0,640  | 0,390   | 1,625   |
| $B6$                     | 0,465               | 1,310  | 0,220   | 1,995   |
| $C$                      | 43,65               | 39,80  | 1,30    | 84,75   |

ридоксину —  $K_{B6}=4,841$ ; аскорбінової кислоти —  $K_c=0,639$ .

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 становить —  $K_o=4,243$ .

## 4. Комплексна оцінка якості добового раціону.

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

Абсолютні значення показників якості харчових речовин становлять для: білків —  $P_b=0,162$ ; жирів —  $P_{ж}=0,134$ ; вуглеводів —  $P_v=0,704$ ;

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 |       |                 |       |                                 |       |                                      |       |
| $P_b$                | 0,162 | $P_b^{баз}$     | 0,143 | $m_b$                           | 0,492 | $K_b$                                | 1,138 |
| $P_{ж}$              | 0,134 | $P_{ж}^{баз}$   | 0,173 | $m_{ж}$                         | 0,405 | $K_{ж}$                              | 1,293 |
| $P_v$                | 0,704 | $P_v^{баз}$     | 0,684 | $m_v$                           | 0,103 | $K_v$                                | 1,029 |
| Мінеральні речовини  |       |                 |       |                                 |       |                                      |       |
| $P_{Na}$             | 0,463 | $P_{Na}^{баз}$  | 0,448 | $m_{Na}$                        | 0,040 | $K_{Na}$                             | 1,033 |
| $P_K$                | 0,252 | $P_K^{баз}$     | 0,336 | $m_K$                           | 0,053 | $K_K$                                | 0,750 |
| $P_{Ca}$             | 0,052 | $P_{Ca}^{баз}$  | 0,072 | $m_{Ca}$                        | 0,247 | $K_{Ca}$                             | 0,719 |
| $P_{Mg}$             | 0,025 | $P_{Mg}^{баз}$  | 0,036 | $m_{Mg}$                        | 0,495 | $K_{Mg}$                             | 0,684 |
| $P_P$                | 0,208 | $P_P^{баз}$     | 0,108 | $m_P$                           | 0,165 | $K_P$                                | 1,934 |
| Вітаміни             |       |                 |       |                                 |       |                                      |       |
| $P_{B1}$             | 0,016 | $P_{B1}^{баз}$  | 0,018 | $m_{B1}$                        | 0,364 | $K_{B1}$                             | 0,877 |
| $P_{B2}$             | 0,018 | $P_{B2}^{баз}$  | 0,020 | $m_{B2}$                        | 0,323 | $K_{B2}$                             | 0,908 |
| $P_{B6}$             | 0,022 | $P_{B6}^{баз}$  | 0,021 | $m_{B6}$                        | 0,306 | $K_{B6}$                             | 1,056 |
| $P_c$                | 0,944 | $P_c^{баз}$     | 0,941 | $m_c$                           | 0,007 | $K_c$                                | 1,003 |

натрію —  $P_{Na}=0,463$ ; калію —  $P_K=0,252$ ; кальцію —  $P_{Ca}=0,052$ ; магнію —  $P_{Mg}=0,025$ ; фосфору —  $P_p=0,208$ ; тіаміну —  $P_{B1}=0,016$ ; рибофлавіну —  $P_{B2}=0,018$ ; піридоксину —  $P_{B6}=0,022$ ; аскорбінової кислоти —  $P_c=0,944$ . Результати внесено до табл. 9.

Оцінку одиничних показників якості харчових речовин розраховували за формулою (3), які становлять для: білків —  $K_b=1,138$ ; жирів —  $K_{ж}=1,293$ ; вуглеводів —  $K_v=1,029$ ; натрію —  $K_{Na}=1,033$ ; калію —  $K_K=0,750$ ; кальцію —  $K_{Ca}=0,719$ ; магнію —  $K_{Mg}=0,684$ ; фосфору —  $K_p=1,934$ ; тіаміну —  $K_{B1}=0,877$ ; рибофлавіну —  $K_{B2}=0,908$ ; піридоксину —  $K_{B6}=1,056$ ; аскорбінової кислоти —  $K_c=1,003$ .

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  $K_0=1,026$ .

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

Можна зробити висновки, що найбільше значення комплексного показника  $K_{0max}=4,243$  знайдено для

вечері, мінімальне значення — характерно для сніданку  $K_{0min}=0,722$ . Найбільш збалансованим згідно даного меню можна вважати добовий раціон, адже він ( $K_0=1,026$ ) більше наближений до оптимального значення комплексного показника якості  $K_0=1,00$ . Оцінка якості раціонів харчування у ресторанному бізнесі дозволяє виявити збалансованість харчування згідно норм фізіологічної потреби для добового раціону харчування.

**Висновки.** Розглянуто методику оцінки якості раціонів харчування у ресторанному бізнесі. 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. 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 добового раціону  $K_0=1,026$ .

Таблиця 10

## Комплексна оцінка якості раціонів харчування

| Найменування | Сніданок | Обід  | Вечеря | Добовий раціон |
|--------------|----------|-------|--------|----------------|
| $K_0$        | 0,722    | 1,222 | 4,243  | 1,026          |

### Література

1. Kuzmin O., Pozdniakov S., Kiiko V., Akimova L. Development of quality management systems in the hotel-restaurant business / Transformational processes the development of economic systems in conditions of globalization: scientific bases, mechanisms, prospects: collective monograph / edited by M. Bezpartochnyi, in 2 Vol. / ISMA University. — Riga: «Landmark» SIA, 2018. — Vol. 1. — P. 221–232.
2. 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.
3. Analysis of business entities' financial and operational performance under sustainable development / [Levytska S., Krynychay I., Akimova A., Kuzmin O.] // Збірник наукових праць «Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики». — 2018. — № 2 (25). — С. 122–127.
4. Pozdniakov S., Kiiko V., Kuzmin O., Akimova L. Technologies of development and implementation of systems of internal managerial information / Management of innovative development the economic entities: collective monograph / edited by M. Bezpartochnyi, I. Britchenko, in 2 Vol. // Higher School of Social and Economic. — Przeworsk: Wydawnictwo i Drukarnia Nova Sandec, 2018. — Vol. 2. — P. 177–189.
5. Pozdniakov S. V., Kuzmin O. V., Kiiko V. V., Korenets Y. M. Definition of the role of business modelling in the building of a management information system / Strategies for Economic Development: The experience of Poland and the prospects of Ukraine: collective monograph // edited by A. Pawlik, K. Shaposhnykov, in 2 Vol. / State University of Jan Kochanowski. — Kielce, Poland: Izdevnieciba «Baltija Publishing», 2018. — Vol. 2. — P. 231–245.
6. Кількісна оцінка якості готельного продукту: монографія / [В. Г. Топольник, А. П. Бутова, І. В. Кощавка та ін.]; ред.: В. Г. Топольник; Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. — Донецьк: ДонНУЕТ, 2013. — 207 с.
7. Дослідження якості харчування у закладах ресторанного господарства / [Кузьмін О. В., Дорохова Т. Д., Адморок М. О., Різник А. О.] // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2018. — Т. 1, № 17 (57). — С. 37–48.
8. 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.
9. Development of complex quantity assessment method of butter quality / [Niemirich O., Kuzmin O., Vasheka O., Zychuk T.] // Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». — 2018. — № 5 (45). — С. 27–35.
10. Dietrich I. Comprehensive evaluation of the hot sweet souffle dessert quality / Dietrich I., Kuzmin O., Mikhailenko V. // Ukrainian Journal of Food Science. — Kyiv: NUFT, 2017. — Volume 5, Issue 1. — pp. 92–102.
11. 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.
12. 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.
13. Кузьмін О. В. Усовершенствование процессов производства алкогольной продукции: монография / О. В. Кузьмін. — Донецьк: ДонНУЕТ, 2014. — 488 с.
14. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України: статистичний збірник / Від. за випуск О. М. Прокопенко. — К.: Державна служба статистики України, 2018. — 59 с.

УДК 676.056.713

**Марчевський Віктор Миколайович**

*кандидат технічних наук, професор кафедри  
машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Марчевский Виктор Николаевич**

*кандидат технических наук, профессор кафедры  
машин и аппаратов химических и нефтеперерабатывающих предприятий  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Marchevsky Viktor**

*Candidate of Engineering Sciences (PhD), Professor at the Department of Machines and  
Apparatus for Chemical and Oil-Refinery Production  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Пензев Олександр Сергійович**

*студент  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Пензев Александр Сергеевич**

*студент  
Национального технического университета Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Pienziev Oleksandr**

*Student of the  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## **МОДЕРНІЗАЦІЯ КАЛАНДРІВ МОДЕРНИЗАЦИЯ КАЛАНДРОВ MODERNIZATION OF CALANDERS**

**Анотація.** Проаналізовані актуальні в Україні типи каландрів. Визначені їх основні переваги та недоліки. Запропоновано можливе технічне рішення на вдосконалення каландра для каландрування крейдованих полотен волокнистих матеріалів.

**Ключові слова:** каландрування, деформація, папероробна машина, каландр, вал з гідропідтримкою оболонки.

**Аннотация.** Проанализированы актуальные в Украине типы каландров. Определены их основные преимущества и недостатки. Предложено возможное техническое решение на совершенствование каландра для каландрирования мелованных полотен волокнистых материалов.

**Ключевые слова:** каландрирование, деформация, бумагоделательная машина, каландр, вал с гидropоддержкой оболочки.

**Summary.** The actual types of calendars in Ukraine are analyzed. Their main advantages and disadvantages are determined. A possible technical solution for improving the calender for calendaring of coated fabrics of fibrous materials is suggested.

**Key words:** calendaring, deformation, paper machine, calender, hydraulically supported shaft.



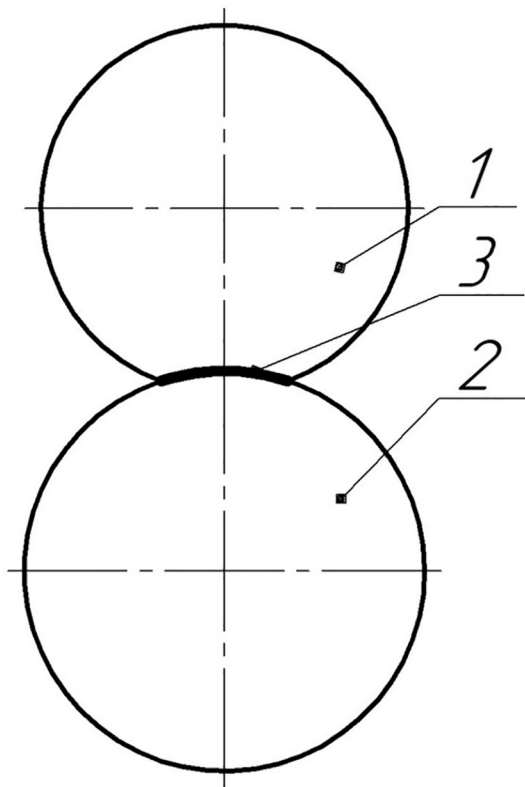
**П**ід час виробництва картону на картоноробній машині важливе місце займає процес каландрування полотна. Каландрування це — процес обробки картону на каландрі, з метою надання гладкості, щільності, лоску, а також вирівнювання товщини картонного полотна.

В целюлозно-паперовому виробництві для каландрування паперу та картону найчастіше використовують машинні каландри, які мають значні переваги в порівнянні з суперкаландрами, такі як простота і дешевизна конструкції, менші витрати електроенергії. У зв'язку з тим, що обробка картону на суперкаландрі вимагає значних затрат енергії та трудомісткості, від цієї операції намагаються відмовитись, передбачивши перед цим заходи з покращення якості обробки на каландрі машинному. Саме тому питання розробки нових більш економічних та ефективних і модернізації існуючих конструкцій каландра шляхом зниження затрат енергії, матеріалоємності і підвищення ефективності використання ресурсів, виробництва картону зараз дуже актуальне.

Основний фізичний вплив, яке паперове полотно випробовує в захваті металевих валів каландра, — деформація стискання, яка здійснюється під дією зусилля, направлено по нормалі до оброблюваної поверхні полотна [1, с. 182]. Дотична складова зусилля каландрування приблизно на два порядки менша нормальної складової і помітного впливу на деформаційні та якісні показники полотна не

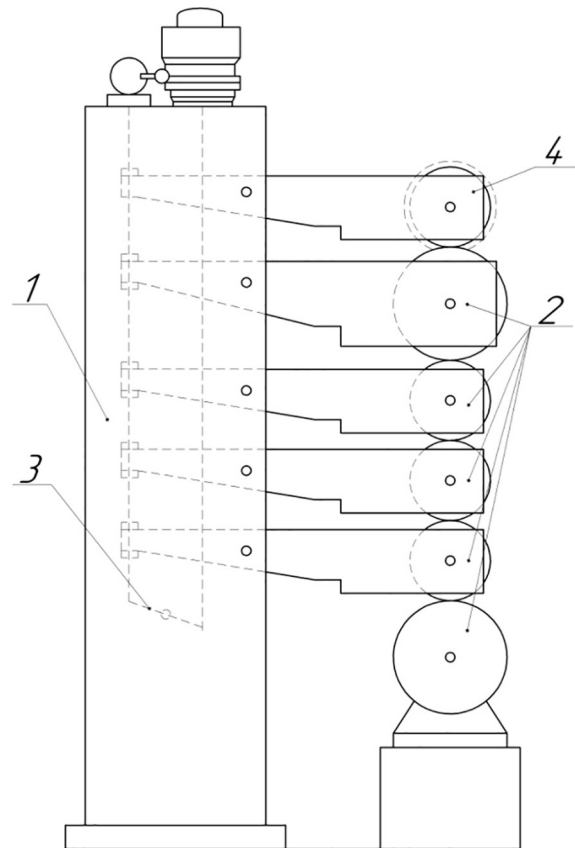
робить. На показники процесу каландрування, в основному, впливають тиск між валами, число захватів, тривалість каландрування, температура валів і вологість оброблюваного полотна. Найбільш важливий параметр каландрування — лінійний тиск і його розподілення по ширині площадки контакту між валами і полотном. Як вже зазначалося, ефект каландрування в значній мірі залежить від вологості паперу, що каландрується. З підвищенням вологості пластичність паперу збільшується, завдяки чому при проходженні між валами каландра паперове полотно добре вигладжується і ущільнюється. Ефект каландрування надмірно сухого паперу дуже знижується, крім того при цьому спостерігаються часті обриви полотна. Разом з тим і підвищена вологість паперу також неприйнятна — можливі обриви, потемніння паперу і поява на її поверхні залощених ділянок. Гладкість такого паперу з часом убуває. Таким чином, в залежності від виду паперу і умов його каландрування необхідна оптимальна вологість, що знаходиться в межах від 5,5 до 8% [2, с. 195].

До недавнього часу на машинах малої та середньої швидкості частіше всього встановлювались шести-вальні каландри, а для виготовлення газетного паперу, паперу для друку і обгорткового паперу



1 — гумований вал; 2 — вал з гідропідтримкою оболонки; 3 — зона контакту

Рис. 1. Схема застосування гумованого валу



1 — станина; 2 — металеві вали; 3 — механізм притискання і піднімання валів; 4 — вал з пористим покриттям зовнішньої поверхні полімерним

Рис. 2. Схема каландра для вигладжування полотен крейдованих волокнистих матеріалів

застосовували каландри з 8–10 валами або два послідовно встановлені шести-вальні каландри. Це призводить до подорожчання продукції, збільшення площі яку займає папероробна машина та підвищує частоту обриву паперового полотна.

Застосування валів з гідропідтримкою оболонки, що забезпечують рівномірний тиск по всій довжині захвата, дозволило інтенсифікувати процес машинної обробки паперу і картону в основному за рахунок збільшення лінійного тиску. Це дозволило зменшити кількість валів в каландрі і тим самим знизити металоємкість каландра.

Використання гумованих валів (рис. 1) дозволило збільшити гладкість паперового полотна за рахунок проковзування паперового полотна по валу з гідропідтримкою оболонки в зоні контакту. Недоліком застосування таких валів є висока температура гумованого покриття при роботі.

За стандартної конструкції каландрів під час каландрування крейдованих полотен волокнистих матеріалів відбувається прилипання вологого полот-

на до робочої поверхні валу каландра, що негативно відображається на якості вихідної продукції. Тому вирішено створити каландр для вигладжування полотен крейдованих волокнистих матеріалів, в якому забезпечується відсутність прилипання вологого полотна до робочої поверхні верхнього валу каландра (рис. 2). Для вирішення поставленої мети верхній вал каландра виконано з покриттям зовнішньої поверхні пористим полімерним матеріалом. Таким чином під час заходження крейдованих волокнистих полотен у захват глухі пори стискаються і в них виникає надлишковий тиск повітря, при виході із захвату стиснене в капілярах повітря виштовхує крейдоване волокнисте полотно від поверхні валу.

Конструкція каландра для вигладжування полотен крейдованих волокнистих матеріалів, що пропонується, нескладна у виготовленні та експлуатації. При цьому забезпечується відсутність налипання волокон до робочої поверхні верхнього валу, що підвищує якість одержаної продукції та зменшує вірогідність обривів.

#### Література

1. Чичаев, В. А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства [Текст]. В 2 т. Т. 2. Бумагоделательные машины / В. А. Чичаев, М. Л. Глезин, В. А. Екимова; под. общ. ред. В. А. Чичаева. — М.: Лесная промышленность, 1981. — 264 с.: ил.; — 2900 экз.
2. Фляте, Д. М. Свойства бумаги. / Д. М. Фляте — Изд. 3-е, переработаное и дополненное. — М. Лесн. пром-сть, 1986. — 680 с.: ил.; — 3000 экз.

УДК 58.084.1

**Мельник Вікторія Миколаївна**

*доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри біотехніки та інженерії  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Мельник Виктория Николаевна**

*доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой биотехники и инженерии  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Mel'nick Victoria**

*Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Head of the Department of Bioengineering and Biotechnics  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Ружинська Людмила Іванівна**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри біотехніки та інженерії  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Ружинская Людмила Ивановна**

*кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры биотехники и инженерии  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Ruzhinskaya Lyudmyla**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Bioengineering and Biotechnics  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Фесенко Сергій Вікторович**

*кандидат технічних наук,  
асистент кафедри біотехніки та інженерії  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Фесенко Сергей Викторович**

*кандидат технических наук,  
ассистент кафедры биотехники и инженерии  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Fesenko Sergiy**

*Candidate of Technical Sciences,  
Assistant of the Department of Bioengineering and Biotechnics  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Ільєнко Віталій Володимирович**

*магістр  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Ильенко Виталий Владимирович**

*магістр*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Il'enko Vitaliy**

*Master of the*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

DOI: 10.25313/2520-2057-2018-20-4423

## **ВПЛИВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА РІСТ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

## **ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РОСТ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

## **EFFECT OF ULTRASOUND RADIATION ON GROWTH OF GRAIN CROPS**

**Анотація.** Наводяться результати лабораторних експериментів по виявленню дії звукового опромінення певної частоти на ріст та розвиток зерен пшениці та ячменю. Розглянуто можливість прискорення пророщування зерен пшениці та ячменю за допомогою звукового опромінення. Показано, що найбільші якісні і кількісні показники спостерігаються при опроміненні ультразвуком потужністю 300 Вт, частотою 36 кГц протягом 20 хвилин; потужністю 700 Вт, частотою 36 кГц протягом 10 хвилин.

**Ключові слова:** зерно, пшениця, ячмінь опромінення звуковими частотами, ультразвук.

**Аннотация.** Приводятся результаты лабораторных экспериментов по выявлению действия звукового излучения определенной частоты на рост и развитие зерен пшеницы и ячменя. Рассмотрена возможность ускорения прорастания зерен пшеницы и ячменя с помощью звукового излучения. Показано, что наибольшие качественные и количественные показатели наблюдаются при облучении ультразвуком мощностью 300 Вт, частотой 36 кГц в течение 20 минут; мощностью 700 Вт, частотой 36 кГц в течении 10 минут.

**Ключевые слова:** зерно, пшеница, ячмень облучение звуковыми частотами, ультразвук.

**Summary.** The results of laboratory experiments on the detection of the effect of sound irradiation of a certain frequency on the growth and development of wheat and barley grains are presented. The possibility of accelerating germination of wheat and barley grains by means of sound irradiation is considered. It is shown that the highest qualitative and quantitative indices are observed with ultrasound irradiation with a power of 300 W, a frequency of 36 kHz for 20 minutes; a power of 700 W, a frequency of 36 kHz for 10 minutes.

**Key words:** grain, wheat, barley sound frequency irradiation, ultrasound.

**Вступ.** Одним із шляхів підвищення ефективності процесу вирощування сільськогосподарських культур є попередня обробка насіння в ультразвуковому полі.

В результаті експериментальних досліджень встановлено, що швидкість проростання насіння обробленого ультразвуком зростає. Останнім часом проводились дослідження обробки насіння в рідкій фазі, воді, розчинах мікроелементів у воді.

Вплив ультразвуку залежить від частоти, інтенсивності і часу обробки.

Наразі в світі існує тенденція до зменшення посівної площі в багатьох країнах світу, пов'язаних з низькою причин. Україна входить до числа країн, посівна площа яких складає більше 70% від загальної площі країни, натомість по всьому світу тенденція складає від 0,56% до 83% [1]. Виробництво зернових культур у світі коливається в діапазоні



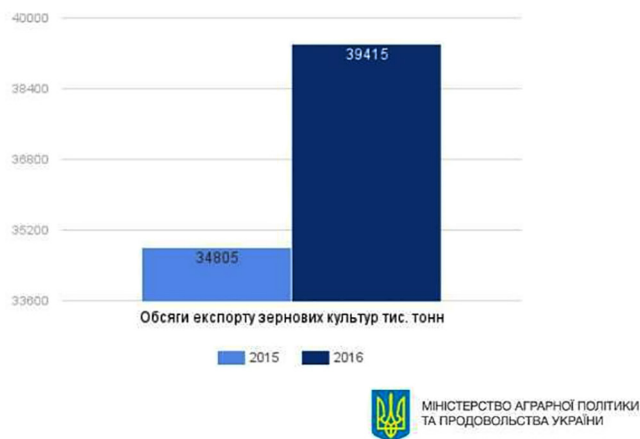


Рис. 1. Гістограма обсягу експорту зернових культур 2015–2016 року

16–560 000 000 метричних тон. Кожна країна намагається зібрати максимальну кількість врожаю, для продуктового забезпечення свого населення та для експорту, в іншому випадку країни стають залежними, і мусять забезпечувати населення шляхом імпорту залучуючи кошти отримані з інших секторів економіки. За даними міністерства Агрополітики Україна експортувала рекордні 39,4 млн. тонн зернових в маркетинговому сезоні 2015–2016 років (рис. 1). Це на 4,6 млн. тонн більше, ніж в ході попереднього 2014–2015 маркетингового року [2].

Протягом року Україна продала 17,35 млн. тон пшениці, 17,40 млн. тон кукурудзи, 4,41 млн. тон ячменю і 256 тис. тон інших зернових. Де експорт пшениці склав 44% від загального експорту зернових культур. Це робить данні дослідження по прискоренню пророщування, кількості пророщених зерен та подальшого росту актуальними для аграрного сектору нашої країни.

**Мета та задачі дослідження.** Метою роботи є визначення впливу ультразвукового опромінення на ріст зерен пшениці та ячменю.

Для досягнення поставленої мети вирішували такі задачі:

- експериментально, в лабораторних умовах, підтвердити дію ультразвукового опромінення певної частоти на ріст та розвиток зерен пшениці та ячменю.
- дослідити вплив тривалості обробки, частоти ультразвуку та потужності випромінювача на ріст та розвиток зерен пшениці та ячменю.

**Літературний огляд.** В роботі [3] автори аналізуючи прискорення процесу проростання насіння *Arabidopsis thaliana* L дійшли до висновку, що посилення пророщуваності зерна, обробленого ультразвуком, пов'язане з прямими змінами в мікроструктурі насіння, такими як збільшення пористості, що сприяє покращенню подачі води та кисню, а також поліпшенню масопередачі в тканині

насіння. Іншим можливим поясненням може бути зменшення мікробного навантаження, поліпшення фізіологічного потенціалу. У дослідженні [4] показано, що ультразвук може викликати стимуляцію або руйнування в залежності від генотипів рослин та параметрів ультразвуку, тобто інтенсивності, частоти та тривалості. Ефективність ультразвукової обробки для стимуляції насіння соняшнику було продемонстровано при рівнях інтенсивності від 40 до 60% від вихідної потужності з експозицією від 5 до 20 хвилин. Відсоткові значення проростання насіння соняшнику становили 95 і 99% при обробці ультразвуком при 40 і 60% інтенсивності на 5–20 хвилини порівняно з контрольним зразком, який становив лише 68%. Подібні результати були отримані в насінні орхідеї з ультразвуковою попередньо-посівною обробкою. Проте результати в цьому дослідженні були на 44–48% нижчими, ніж у контрольного зразка при обробці ультразвуком при 80–100%. Тривалість обробки ультразвуком при підвищеній інтенсивності може нанести пошкодження ембріону. Результати цього дослідження показали, що ультразвукова обробка (5–20 хвилин) призвела до більшого проростання, порівняно з контрольними зразками. У праці [5] автори пропонують вважати, що стимулююча дія ультразвукового випромінювання на проростання насіння обумовлюється модифікаціями целюлозної мембрани, в результаті чого поліпшується транспортування живильних речовин і поглинання корисних елементів навколо насіння. В роботі [6] досліджувався ефект ультразвукових хвиль на горох (*Pisum sativum*), застосування обробки насіння ультразвуком призвело до зростання в 13,1% проростання насіння в порівнянні з контрольним зразком. У дослідженні [7] встановлено, що відсотковий час проростання баранячого нуту, пшениці та кавуна збільшився на 36%, 2% та 2%, відповідно, у порівнянні з контрольними зразками, але насіння перцю і фенхелю реагувало на обробку ультразвуком негативно, проростання насіння перцю зменшилось на 19%, а насіння фенхелю на 30,5%, отже ультразвук може зменшити процент проростання насіння деяких видів. В праці [8] наведені результати дослідження впливу, ультразвуку на проростання насіння (*Medicago scutellata* (L.) Mill), (*Atriplex lentiformis*), (*Cuminum cyminum*), (*Zygophyllum eurypterum*) експерименті було показано що проростання насіння важливих лікарських видів реагує на ультразвукове дослідження позитивно; проростання насіння збільшено на 63,3, 28%, 36% та 35,7%, відповідно, порівняно з контролем. В роботі [9] наведені результати дослідження впливу часу обробки зерна ультразвуком на характеристики зростання. Автори роблять висновок, що ультразвукова обробка зерна позитивно ефективна для стимуляції насіння, розростання рослин, однак час обробки слід розглядати як важливий чинник, який може викликають негативний і позитивний

вплив на проростання насіння та зростання розсади. В роботі [10] наведені результати дослідження впливу дози ультразвукового випромінювання на ріст деяких органів рослини. Дослідження показали, що невеликі кількості ультразвуку можуть стимулювати клітинний поділ, середня доза може стримувати поділ клітин, смерть клітин може викликати велика кількість ультразвуку. Помірні дози можуть змусити клітини кореневої системи рослини енергійно ділитися, розширити здатність росту рослин, сприяти появі рослин до коренів; що може зменшити інтенсивність дихання однорічно рослини, при цьому збільшується інтенсивність дихання рослин протягом двох років. Дослідження показало, що великі дози ультразвуку можуть стримувати зростання рослини, Дослідження також виявило, оптимальний час та потужність — 65 Вт, 15 хвилин.

**Матеріали, обладнання та методи дослідження впливу ультразвукового випромінювання в лабораторному експерименті.** Перший експеримент проводився за допомогою установки УЗП-6-1 (погружний блок з ультразвуковим випромінювачем), напруга живлення якої становить  $220 \pm 10\%$  В, 50 Гц, споживана потужність — макс. 300 Вт, частота ультразвуку — 36 кГц. Установка містить 6 ультразвукових випромінювачів [11]. Для встановлення впливу звукових коливань було обрано частоту 36 кГц. Контрольний зразок не опромінювався. Дослідження та спостереження проводились протягом 2х тижнів. Було відібрано 7 зразків зерен пшениці вагою по 3 грами (приблизно 60 одиниць). Обробці зерна піддавалися безпосередньо в водному середовищі при контакті з випромінювачами. Кожні 10 хвилин вилучався один з зразків протягом 60 хв. Температура водного середовища під час обробки ультразвуком змінювалась від початкової  $15.6^\circ\text{C}$  до кінцевої  $26.8^\circ\text{C}$ , зміна температур склала  $11.2^\circ\text{C}$ .

Другий експеримент проводився за допомогою каскадного ультразвукового випромінювача. Напруга живлення якої становить  $220 \pm 10\%$  В, споживана потужність — макс. 700 Вт, частота ультразвуку коливається в межах 25–40 кГц [12]. Для встанов-

лення впливу звукових коливань було обрано частоту 40 кГц. Контрольний зразок не опромінювався. Дослідження та спостереження проводились протягом 8-ми тижнів. Було відібрано 5 зразків зерен ячменю, по 50 одиниць. Обробці зерна піддавалися безпосередньо в водному середовищі при контакті з випромінювачем. Кожні 5 хвилин вилучався один з зразків протягом 20 хв. Температури водного середовища під час обробки ультразвуком змінювалась від початкової  $16.3^\circ\text{C}$  експерименту, до кінцевої  $20.2^\circ\text{C}$ , зміна температури склала  $3.9^\circ\text{C}$ .

**Результати дослідження впливу звукового опромінення на пророщування зерен пшениці.** Після обробки ультразвуком зразки були поміщені в окремі посудини без ґрунту та добрив. Щодня відбувалося змочення зерен водою, щоб уникнути загнивання коренів та появи грибка полив було вирішено не використовувати. зразки отримували ту кількість води, яка втримувалась на поверхні коренів та зерен. Через 6 днів вже можна було помітити певну різницю в зразках та зробити перші висновки. Зразок № 3 (20 хвилин обробки) мав помітно сильніший ріст. Коренева система була найбільш розвинена, кількість пророщених зерен була більшою, ростки щільнішими, вищими. На момент завершення експерименту по дослідженню пророщення пшениці майже всі зразки показали приблизно однакові результати, але 3-ій зразок, на фоні інших, мав лідируючу позицію (рис. 2). Температура середовища, в якому відбувалося пророщення  $\sim 24^\circ\text{C}$ .

Результати дослідження впливу звукового опромінення на пророщування зерен ячменю. Для опромінення зерен ячменю була використана установка потужністю 700 Вт. По завершенню опромінення, приблизно через 6–7 годин у деяких зразків вже пробілися ростки, але через декілька днів тенденція росту вирівнялась. Як і в експериментах з пшеницею після обробки ультразвуком зразки були поміщені в окремі посудини без ґрунту та добрив. Щодня відбувалося змочення зерен водою, щоб уникнути загнивання коренів та появи грибка полив було вирішено не використовувати. зразки отримували ту кількість

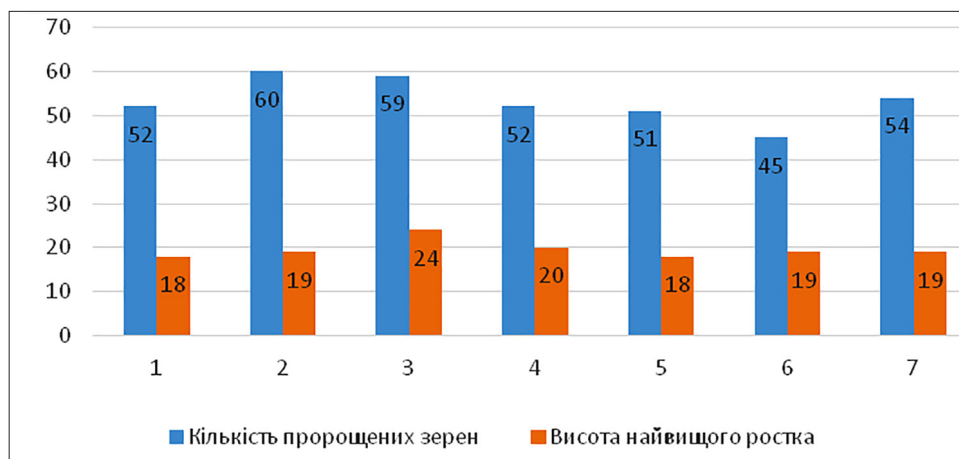


Рис. 2. Результати лабораторних експериментів по пророщуванню пшениці

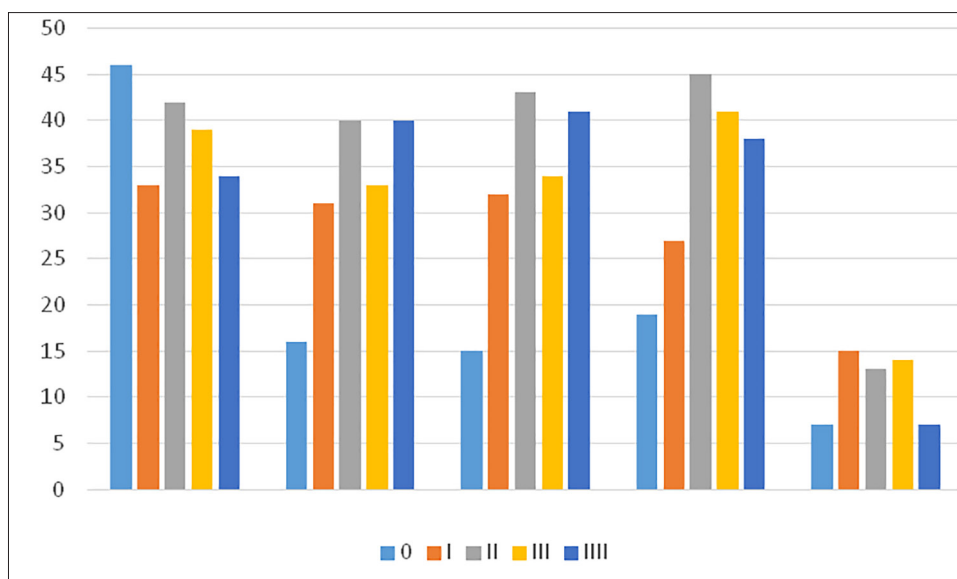


Рис. 3. Гістограма результатів лабораторних експериментів по пророщуванню ячменю

води, яка втримувалась на поверхні коренів та зерен. Через 6 днів вже можна було помітити певну різницю в зразках та зробити перші висновки. Контрольний зразок, при достатній кількості сонячного світла, мав достатньо сильну кореневу систему та високу кількість пророщених зерен. В умовах недостатньої кількості сонячного світла контрольний зразок показав результати пророщення — 30–38% (рис. 3).

На момент завершення експерименту по дослідженню пророщення ячменю зразки показали різні результати, але зразок з обробкою в 10 хвилин, на фоні інших, мав лідируючу позицію. Далі наведена табл. 1 з результатами експериментів по виявленню закономірності в пророщуванні оброблених зерен.

Таблиця 1

**Загальні результати лабораторних експериментів по пророщуванню ячменю**

|     | Кількість пророщених зерен |    |    |    |    |
|-----|----------------------------|----|----|----|----|
| 0   | 46                         | 16 | 15 | 19 | 7  |
| I   | 33                         | 31 | 32 | 27 | 15 |
| II  | 42                         | 40 | 43 | 45 | 13 |
| III | 39                         | 33 | 34 | 41 | 14 |
| IV  | 34                         | 40 | 41 | 38 | 7  |

Найбільші показники пророщування зерен показала обробка в 10 хвилин — 80–90%, що представлено в табл. 2.

Температура середовища, в якому відбувалося пророщення ~24 С.

Результати лабораторних експериментів по пророщуванню ячменю, які проводились в термін із 11.12.17 по 25.12.17 наведені в табл. 2.

**Обговорення результатів впливу звукового випромінювання на пророщення зерен пшениці та ячменю.** Проведені експериментальні дослідження

обробки зерна пшениці та ячменю ультразвуковим випромінюванням з подальшим пророщуванням.

Експерименти показали можливість прискорення пророщування зерен пшениці та ячменю в разі ультразвукового опромінення. Встановлено, що у опромінених зразках коренева система пророщених рослин краще розвинена, збільшується кількість пророщених зерен була, ростки пророщених зерен щільніші та вищі у порівнянні з контрольними зразками. Найбільші якісні і кількісні показники спостерігаються при опроміненні ультразвуком потужністю 300 Вт, частотою 36 кГц протягом 20 хвилин; потужністю 700 Вт, частотою 36 кГц протягом 10 хвилин.

Таблиця 2

**Результати лабораторних експериментів по пророщуванню ячменю**

| Відсоткове відношення пророщуваності зерен ячменю (11.12.17–25.12.17) |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------|------|------|------|
| Контрольний зразок (0)                                                | 0,3  | 0,38 | 0,32 |
| I                                                                     | 0,65 | 0,54 | 0,62 |
| II                                                                    | 0,86 | 0,9  | 0,8  |
| III                                                                   | 0,68 | 0,82 | 0,66 |
| III                                                                   | 0,82 | 0,77 | 0,8  |

#### Висновки:

- експериментально, підтверджено позитивну дію ультразвукового опромінення певної частоти на ріст та розвиток зерен пшениці та ячменю.
- в результаті експериментів встановлено, що для досягнення позитивного впливу ультразвуковим опроміненням на ріст та розвиток зерен пшениці та ячменю тривалість обробки зерна, необхідно вибирати в залежності від частоти ультразвуку та потужності випромінювача.

**Література**

1. AgriSurvey. Агропродовольчий спектр України — 2014: Персональний зріз. — 2014 р. — 118 с.
2. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://ucab.ua/files/Survey/Largest\\_Agriholdings/Holdings\\_2016%20\\_demo.pdf](http://ucab.ua/files/Survey/Largest_Agriholdings/Holdings_2016%20_demo.pdf)
3. Alberto Claudio Miano Pastor, Victor Augusto Forti, Haynna Fernandes Abud, Francisco Guilhien Gomes-Junior, Silvio Moure Cicero, Pedro E. D. Augusto. Effect of ultrasound technology on barley seed germination and vigour. June 2015. Seed Science and Technology 43(2). DOI: 10.15258/sst.2015.43.2.10.
4. Thitiporn Machikowa, Thanawit Kulrattanak, Sodchol Wonprasaid. Effects of Ultrasonic Treatment on Germination of Synthetic Sunflower Seeds. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering. — Vol. 7. — No. 1. — 2013. — P. 1–3.
5. Risca I. M., Fartais L., Stiucă P. Ultrasound effects contributions on the Norway spruce seeds germination (*Picea abies* (L.) Karsten). Gen. Biol. Molec., Tom VIII, pp. 87–88, 2007.
6. Kai Ying Chiu, Jih Min Sung. Use of ultrasonication to enhance pea seed germination and microbial quality of pea sprouts. International Journal of Food Science & Technology 49(7). December 2013. DOI: 10.1111/ijfs.12476. — P. 1699–1706.
7. Nazari M, Sharififar A, Asghari HR. Medicago scutellata seed dormancy breaking by ultrasonic waves. Plant Breeding and Seed Science 69(1). — 2015. — P. 15–24. DOI: <https://doi.org/10.1515/plass-2015-0002>.
8. Sharififar A, Nazari M, Asghari HR (2015) Effect of ultrasonic waves on seed germination of *Atriplex lentiformis*, *Cuminum cyminum*, and *Zygophyllum eurypterum*. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants 2(3). — 2015. — P. 102–104. [doi.org/10.1016/j.jarmap.2015.05.003](https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2015.05.003)
9. Meisam Nazari, Amin Sharififar, Hamid Reza Asghari. Medicago Scutellata Seed Dormancy Breaking by Ultrasonic Waves (December 2014). Volume 69: Issue 1. 03 Mar 2015. Page Count: 15–24. DOI: <https://doi.org/10.1515/plass-2015-0002>.
10. Haiyan Ran, Liyan Yang, Yanling Cao. Ultrasound on Seedling Growth of Wheat under Drought Stress Effects. Agricultural Sciences. Vol. 06, No.07(2015), Article ID: 57917, 5 pages 10.4236/as.2015.67064.
11. Мельник В. М., Карачун В. В., Форостянко В. С. Дистанційне управління тепломасообміном в біореакторах на резонансному рівні / Multidisciplinary International scientific journal «Internauka». — 2016. — № 6. — Т. 1. — С. 56–61.
12. Мельник В. М., Ружинська Л. І., Андрук М. М. Ультразвукова дезінтеграція рослинної сировини в технології отримання каротиноїдів / Multidisciplinary International scientific journal «Internauka». — 2017. — № 18. — С. 89–94.



УДК 676.056

**Новохат Олег Анатолійович**

*кандидат технічних наук,  
старший викладач кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Новохат Олег Анатолиевич**

*кандидат технических наук,  
старший преподаватель кафедры машин и аппаратов химических  
и нефтеперерабатывающих предприятий  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Novokhat Oleh**

*Candidate of Engineering Sciences (PhD), Senior Lecturer of Department of Machines  
and Apparatus for Chemical and Oil-Refinery Production  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Перепелиця Дмитро Олександрович**

*студент  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Перепелиця Дмитрий Александрович**

*студент  
Национального технического университета Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Perepelytsia Dmytro**

*Student of the  
National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## **ФОРМУЮЧА ЧАСТИНА КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ**

## **ФОРМУЮЩАЯ ЧАСТЬ КАРТОНОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ**

## **THE FORMING SECTION OF CARDBOARD MAKING MACHINE**

**Анотація.** Проаналізовані актуальні в Україні типи формуючих частин КРМ. Визначені їх основні переваги та недоліки. Запропоновано можливе технічне рішення на вдосконалення плоскостікової формуючої частини. Отримані очікувані результати від запропонованого вдосконалення.

**Ключові слова:** зневоднення, формування, картоноробна машина, формуюча частина.

**Аннотация.** Проанализированы актуальные в Украине типы формующих частей КДМ. Определены их основные преимущества и недостатки. Предложено возможное техническое решение на усовершенствование плоскосеточной формующей части. Получены ожидаемые результаты от предложенного совершенствования.

**Ключевые слова:** обезвоживание, формирование, картоноделательная машина, формующая часть.

**Summary.** Relevant types of the forming sections of cardboard making machines in Ukraine are analyzed. Its main advantages and defects are defined. Possible technical solution of advancement of the flattened part is proposed. The expected results from the offered advancement are found.

**Key words:** dehydration, forming, filtration, cardboard making machine, formingsection.

Целюлозно-паперове виробництво — одна із найважливіших галузей промисловості. Продуктами цього виробництва є целюлоза, напівцелюлоза, деревна маса, папір та картон. Як напівфабрикати, так і готова продукція целюлозно-паперового виробництва мають широке застосування в народному господарстві та культурному житті.

Збільшення обсягів виробництва картону і необхідність підвищення його якості ставлять перед працівниками промисловості конкретні задачі в області технічного прогресу. Шляхами їх вирішення є заміна основної частини устаткування новим, конструкція та технологічні параметри якого знаходяться на рівні кращих зарубіжних зразків, а також модернізація діючого обладнання.

Якість картону і продуктивність картоноробних машин багато в чому залежить від ефективності та інтенсивності зневоднення полотна картону з отриманням заданих фізико-механічних властивостей; забезпечення рівномірної вологості полотна по ширині; безобривної проводки полотна з мінімальними ділянками вільного пробігу. Всі ці властивості реалізуються на формуючій частині.

Початкова стадія формування паперу часто є лімітуючою стадією для інших частин картоноробної машини [1]. Тому модернізація формуючої частини є актуальною задачею.

В Україні, здебільшого, використовують плоскосіткові формуючі частини (рис. 1), на яких формування окремих шарів здійснюється або на єдиній пласкій сітці, або безперервно на послідовно встановлених циліндрових вакуум-формуєчих пристроях (вакуумформерах) з подальшим з'єднанням окремих шарів полотна в картонне полотно заданої товщини і маси одного квадратного метра.

Після формування полотна зневоднюється механічним способом на поворотному пресі при проходженні між пресовими валиками — нижнім відсмок-

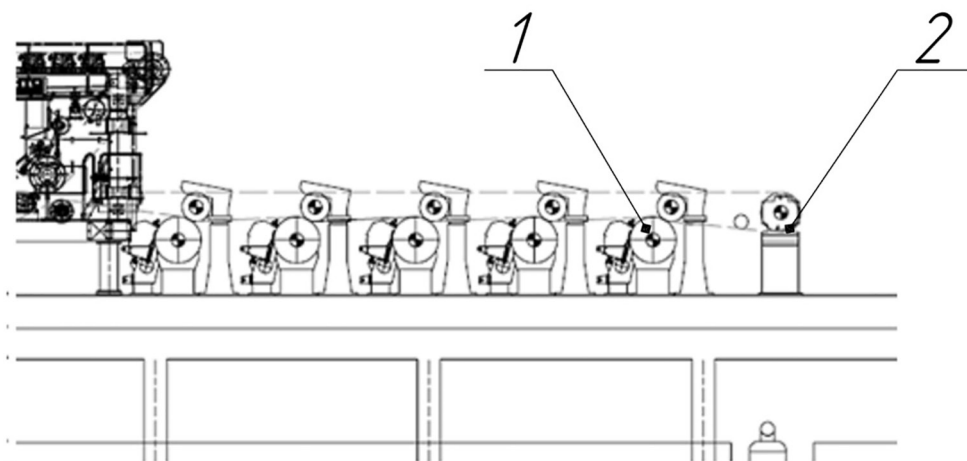
туючим та верхнім гумованим, що прижимаються один до одного з великою силою. Вода, що видаляється з картону, проходить через шар картонного полотна, шар пресового сукна і відсмоктується вакуум-камерою через перфорацію нижнього валу. Такий процес зневоднення значно обмежує швидкість картоноробної машини, а задані параметри можуть забезпечитись лише машиною з довжиною формуючого стола від 20 метрів, що є не зовсім раціональним використанням площі цеху та підвищує металоємкість картоноробної машини [2]. Тому такий тип формуючої частини доцільно використовувати в комбінації з двосітковою частиною, яка буде формувати верхній покрівельний шар картону. Двосіткова частина забезпечує зневоднення за допомогою вакуум-камер у валах та нерухомих елементів — гідропланок і мокрих відсмоктуючих ящиків [3].

Висока інтенсивність зневоднення двосіткової частини, на противагу плососітковій, дозволяє значно зменшити довжину столу при збереженні якості вихідної сировини.

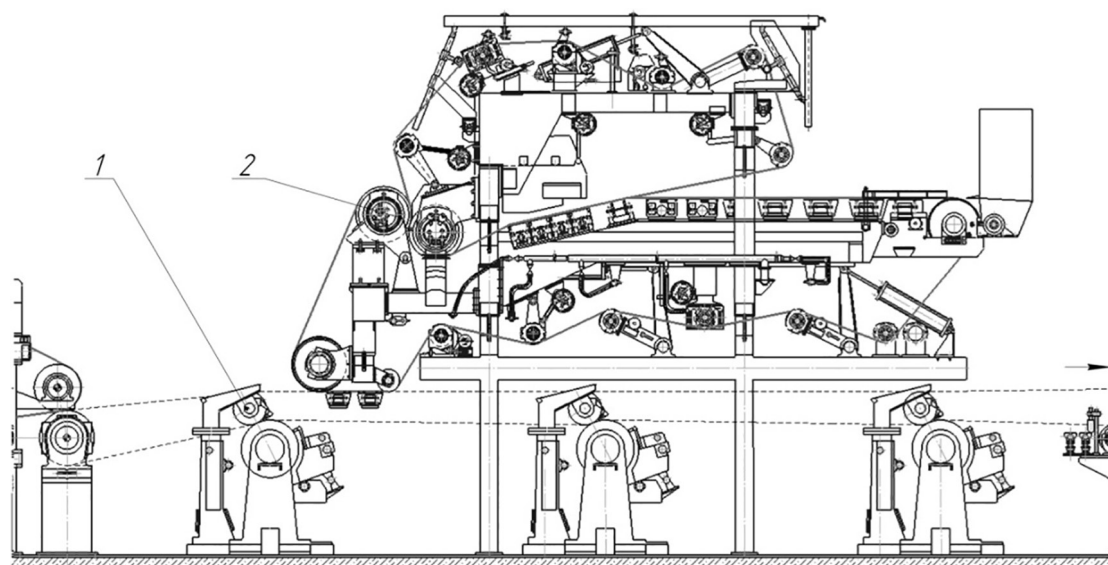
Конструктивне рішення поєднання плососіткової та двосіткової частин зображено на рис. 2. Плососіткова призначена для виготовлення основного шару, а двосіткова — для покрівельного шару.

Графік залежності прогнозованої продуктивності від швидкості картоноробної машини наведений на рис. 3 ( $G_{акк}$  — продуктивність картоноробної машини по абсолютно сухому картону, кг/с;  $V$  — швидкість картоноробної машини, м/с.).

Як видно з рис. 3 продуктивність картоноробної машини з поєднанням плососіткової та двосіткової формуючої частин навіть за однакових швидкостей є значно більшою, ніж при використанні лише однієї плососіткової. Крім того, така модернізація дозволяє не лише збільшувати продуктивність, але і якість вихідної сировини. Адже верхній шар може мати інші якісні характеристики і, наприклад, бути більш придатним для друку на ньому.

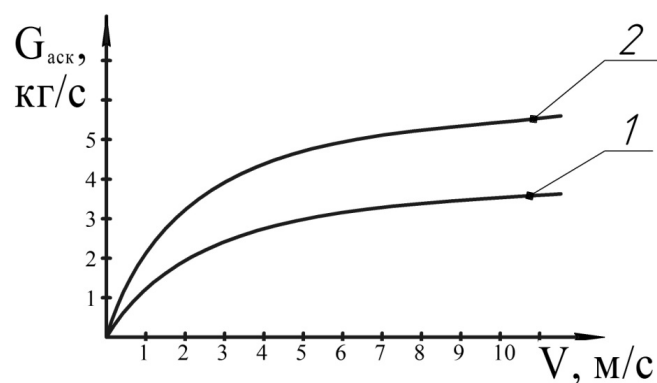


1 — вакуумформер; 2 — поворотний прес  
Рис. 1. Плососіткова формуюча частина



1 — вакуумформери; 2 — двосіткова формуюча частина

Рис. 2. Формуюча частина з нижньою плососітковою та верхньою двосітковою частинами



1 — для плососіткової частини; 2 — для комбінації плососіткової та двосіткової частини

Рис. 3. Залежність продуктивності від швидкості машин

### Література

1. Чичаев А. А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства / А. А. Чичаев. — М.: Лесная промышленность, 1981. — 264 с.
2. Эйдли И. Я. Бумагоделательные и отделочные машины / И. Я. Эйдли. — М.: Лесная промышленность, 1970. — 624 с.
3. Примаков С. Ф. Производство картона / Примаков С. Ф. // Экология. — 1991. — № 3. — С. 109–110.

УДК 66.047.7

**Сажин Виктор Борисович**

*доктор технических наук, профессор, академик, директор  
Российский инвестиционно-инновационный фонд «Научная Перспектива»*

**Сажин Віктор Борисович**

*доктор технічних наук, професор, академік, директор,  
Російський інвестиційно-інноваційний фонд «Наукова Перспектива»*

**Sazhin Viktor**

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Director  
Russian «Scientific Perspective» Investment and Innovation Fund*

**Сажин Борис Степанович**

*доктор технических наук, профессор, академик советник  
Российский инвестиционно-инновационный фонд «Научная Перспектива»*

**Сажин Борис Степанович**

*доктор технічних наук, професор, академік, радник директорату,  
Російський інвестиційно-інноваційний фонд «Наукова Перспектива»*

**Sazhin Borys**

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician, Adviser  
Russian «Scientific Perspective» Investment and Innovation Fund*

## **КОМПЛЕКСНАЯ СТРАТЕГИЯ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ**

## **КОМПЛЕКСНА СТРАТЕГІЯ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОГО АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ**

## **COMPLEX STRATEGY OF CHOICE OF RATIONAL HARDWARE-TECHNOLOGICAL SUPPORT OF DRYING PROCESS**

**Аннотация.** Авторами разработана стратегия выбора рационального аппаратурно-технологического оформления процесса сушки (без проведения прямых исследований по сушке материала на лабораторных или опытных сушилках) на основе комплексного анализа материалов как объектов сушки с использованием принципа соответственных состояний и данных по кинетике сушки типовых модельных материалов.

**Ключевые слова:** сушка, объект, классификация, аппаратура.

**Анотація.** Авторами розроблена стратегія вибору раціонального аппаратурно-технологічного оформлення процесу сушіння (без проведення прямих досліджень по сушці матеріалу на лабораторних або досвідчених сушарках) на основі комплексного аналізу матеріалів як об'єктів сушки з використанням принципу відповідних станів і даних з кінетики сушіння типових модельних матеріалів.

**Ключові слова:** сушка, об'єкт, класифікація, апаратура.

**Summary.** The authors have developed a strategy for choosing a rational hardware and technological design of the drying process (without conducting direct research on material drying in laboratory or experimental dryers) based on a comprehensive analysis of materials as drying objects using the principle of corresponding states and data on drying kinetics of typical model materials.

**Key words:** drying, object, classification, equipment.



Как известно, сушка является самым распространенным и самым энергоемким процессом в химической и других отраслях промышленности, а также в сельском хозяйстве [1–4; 8; 11–14].

Для выбора рационального аппаратного оформления процесса сушки до сих пор большинством разработчиков используется традиционный метод проведения экспериментальных исследований по сушке каждого материала на лабораторных и опытных моделях разных типов аппаратов. Это связано с огромными затратами времени, материалов, труда. Нами разработана и успешно реализуется стратегия выбора рационального аппаратно-технологического оформления процесса сушки без проведения прямых исследований по сушке материала на лабораторных или опытных сушилках на основе комплексного анализа материалов как объектов сушки с использованием принципа соответственных состояний и данных по кинетике сушки типовых модельных материалов.

Для выбора типовых модельных материалов необходима классификация материалов как объектов сушки. Такая классификация разработана на основе сорбционно-структурных характеристик, ответственных за диффузионное сопротивление в процессе сушки, и обобщенного технологического показателя, характеризующего адгезионно-когезионные свойства высушиваемого материала. Разработке классификации предшествовал комплексный анализ материалов как объектов сушки, который показал, в частности, что энергия связи влаги с материалом является балансовым, а не кинетическим фактором, если в системе отсутствует «тепловой голод». Если же к высушиваемому материалу подводится недостаточно количество тепла, энергия связи влаги с материалом становится кинетическим фактором и отражается на кривой кинетики сушки материала [7–10]. В подавляющем большинстве случаев (если нет технологических ограничений по интенсивности сушки) можно обеспечить подвод к высушиваемому материалу достаточного количества тепла, исключаяющее явление «теплого голода» (например, при сушке во взвешенном слое).

Фактором, определяющим кинетику сушки, является диффузионное сопротивление, которое зависит от распределения пор в материале по размерам. Показателем, однозначно определяющим принадлежность материала к определенному классу, является критический диаметр пор — наименьших по размеру пор, из которых по технологическим условиям надо удалять влагу. Предложена методика определения критического диаметра пор из кривых распределения пор по радиусам, полученных по десорбционной ветви изотермы сорбции-десорбции с использованием уравнения Кельвина-Томсона, которая в отличие от большинства известных методик (ртутная порометрия, рентгено-структурный анализ и др.) пригодна не только для гидрофобных,

но и для гидрофильных материалов, так как определяет не чисто геометрический, а эффективный радиус пор с учетом взаимодействия поверхности пор с удаляемой влагой. Полученный таким образом критический диаметр пор является показателем сложности технологической задачи и наибольшего диффузионного сопротивления в процессе сушки данного материала. Для каждого класса классификационной таблицы выбираются типовые материалы, проводится их детальный комплексный анализ как объектов сушки, и определяются скорости удаления влаги из всех групп пор в соответствии с известной классификацией пор по размерам. Таким образом, был осуществлен переход от статике к кинетике сушки, используя принцип соответственных состояний. В последнее время классификационная таблица была усовершенствована за счет приведения ее в соответствие с классификацией пор по радиусам; для каждого класса указан диффузионный критерий Био (для связи с другими классификациями, например, классификацией НИИХИММАШа). Ниже представлен вариант классификационной таблицы (табл. 1) для дисперсных материалов, где кроме основных параметров указано наличие или отсутствие в материале пылевой фракции (для правильного формирования состава сушильной установки) [6–10; 14].

Процесс сушки большинства материалов во многом определяется гидродинамической обстановкой в сушильном аппарате. При оптимальном применении гидродинамические режимы получили название активных гидродинамических режимов, которые являются эффективными режимами, то есть сочетают интенсивность с экономичностью и высоким качеством готового продукта. В связи с этим необходимо отметить, что не существует априори активных гидродинамических режимов, так как высокий уровень относительных скоростей взаимодействующих фаз не обеспечивает его высокую эффективность, если гидродинамический режим не соответствует технологической задаче по сушке данного материала. Поэтому суть активного гидродинамического режима не в интенсивности, а в эффективности процесса с учетом не только самого сушильного аппарата, но и всей сушильной установки в целом. Именно поэтому в последнее время термин «активный гидродинамический режим» мы нередко заменяем термином-синонимом «эффективный гидродинамический режим» [3; 5; 10; 14].

Нами разработан метод сравнительной оценки активности гидродинамических режимов с использованием эксергетического анализа по величине эксергетических коэффициентов полезного действия [5–8; 12; 14]. Этот метод позволяет правильно выбрать гидродинамический режим сушки.

Необходимо сопоставлять полезный эффект, получаемый в результате использования активных гидродинамических режимов, с затратами на их реализацию. В качестве показателя,

Таблица 1

## Классификация дисперсных материалов как объектов сушки

| Показатель технологической задачи (Bi') | Класс материалов | Шифр (класс, группа, разряд) | Критический диаметр пор $d_{кр}$ , нм | Группа пор | Ранг адгезионно-аутогезионного коэффициента $K_{а-к}$ | Показатель дисперсности |                 | Характеристика пористой структуры материала и вида связи влаги                                        | Продолжительность сушки в эффективном гидродинамическом режиме |  |
|-----------------------------------------|------------------|------------------------------|---------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--|
|                                         |                  |                              |                                       |            |                                                       | Грубодисперсные         | Тонкодисперсные |                                                                                                       |                                                                |  |
| $Bi' < 0,1$                             | Первый           | 1.1.1.                       | Более 100                             | 0          | 2                                                     | 1                       |                 | Непористые материалы со свободной влагой                                                              | 0,5–2,0 с                                                      |  |
|                                         |                  | 1.1.2.                       |                                       |            |                                                       |                         | 2               |                                                                                                       |                                                                |  |
|                                         |                  | 1.2.1.                       |                                       |            |                                                       |                         | 1               |                                                                                                       |                                                                |  |
|                                         |                  | 1.2.2.                       |                                       |            |                                                       |                         | 2               |                                                                                                       |                                                                |  |
| $Bi' < 1$                               | Второй           | 2.1.1.                       | 100–8                                 | 1          | 2                                                     | 1                       |                 | Широкопористые материалы со слабо связанной влагой (Испарение жидкости из жидкой пленки)              | 3,0–5,0 с                                                      |  |
|                                         |                  | 2.1.2.                       |                                       |            |                                                       |                         | 2               |                                                                                                       |                                                                |  |
|                                         |                  | 2.2.1.                       |                                       |            |                                                       |                         | 1               |                                                                                                       |                                                                |  |
|                                         |                  | 2.2.2.                       |                                       |            |                                                       |                         | 2               |                                                                                                       |                                                                |  |
|                                         |                  | 2.3.1.                       |                                       |            |                                                       |                         | 1               |                                                                                                       |                                                                |  |
|                                         |                  | 2.3.2.                       |                                       |            |                                                       |                         | 2               |                                                                                                       |                                                                |  |
| $Bi' < 10$                              | Третий           | 3.1.1.                       | 8–6                                   | 2          | 2                                                     | 1                       |                 | Высоковлажные материалы с переходными порами со свободной и связанной влагой (Кнудсеновская диффузия) | 10–40 с                                                        |  |
|                                         |                  | 3.1.2.                       |                                       |            |                                                       |                         | 2               |                                                                                                       |                                                                |  |
|                                         |                  | 3.2.1.                       |                                       |            |                                                       |                         | 1               |                                                                                                       |                                                                |  |
|                                         |                  | 3.2.2.                       |                                       |            |                                                       |                         | 2               |                                                                                                       |                                                                |  |
| $Bi' < 20$                              | Четвертый        | 4.1.1.                       | 6–4                                   | 3          | 2                                                     | 1                       |                 | Тонкие поры со свободной и связанной влагой (Кнудсеновская и поверхностная диффузия)                  | 0,5–2,0 мин                                                    |  |
|                                         |                  | 4.1.2.                       |                                       |            |                                                       |                         | 2               |                                                                                                       |                                                                |  |
|                                         |                  | 4.2.1.                       |                                       |            | 3                                                     | 1                       |                 |                                                                                                       |                                                                |  |
|                                         |                  | 4.2.2.                       |                                       |            |                                                       |                         | 2               |                                                                                                       |                                                                |  |
| $Bi' \geq 20$                           | Пятый            | 5.1.1.                       | 4–2                                   | 4          | 2                                                     | 1                       |                 | Микропоры со связанной влагой (поверхностная диффузия)                                                | 2–20 мин                                                       |  |
|                                         |                  | 5.1.2.                       |                                       |            |                                                       |                         | 2               |                                                                                                       |                                                                |  |
| $20 < Bi' < 30$                         | Шестой           | 6.1.1.                       | Менее 2                               | 5          | 1                                                     | До 1 мм                 | –               | Ультрамикропоры соизмеримые с размерами молекул (твердотельная диффузия)                              | 2–20 мин                                                       |  |

Источник: разработка авторов

характеризующего термодинамическую эффективность используемых методов активизации гидродинамической обстановки в аппарате, целесообразно использовать отношение эксергетических коэффициентов полезного действия до и после применения указанных методов или для альтернативных технических решений различных авторов. В этом случае активным (применительно к конкретному материалу и аппаратурному оформлению) следует считать гидродинамический режим, для которого указанный показатель достигает наибольшего

значения. Эксергетический КПД является комплексным показателем для оценки гидродинамического режима и степени загрязнения окружающей среды тепловыми выбросами, которые характеризуют экологическую чистоту сушильной установки. Следует подчеркнуть, что попытка использовать обычный тепловой баланс существенно искажает картину. Так нами показано, что тепловой баланс завышает реальные энергетические расходы на 30–50% по сравнению с корректным эксергетическим анализом [4; 8; 12–16].

Уравнение, связывающее эксергетические характеристики взаимодействующих материальных потоков, может быть получено на основе балансовых соотношений

$$G_m \Delta h_m + W r_n = \alpha F \Delta t_{cp} \quad (1)$$

$$G_m \Delta u_m = \beta F \Delta x_{cp} \quad (2)$$

Для сушильного агента, рассматриваемого в виде смеси абсолютного сухого газа и пара, на основе закона аддитивности можно записать

$$\Delta h_c = c \Delta t_c + h_n \Delta x_c. \quad (3)$$

Из уравнений (1)–(3) следует

$$\Delta h_c = G_m \Delta h_m \frac{c}{\delta \alpha F} + \frac{c \beta}{\delta \alpha} \Delta x_{cp} h_n + \Delta x_{cp} h_n. \quad (4)$$

Введем безразмерные комплексы

$$Le = c \beta / \alpha, \quad g = G_c / G_m, \quad n = \beta F / G_c. \quad (5)$$

Комплекс  $Le$  характеризует соотношение тепловых потоков, обусловленных теплообменом между сушильным агентом и влажным материалом, и теплотой, транспортируемой парами влаги. Безразмерную переменную процесса  $g$  можно рассматривать как относительную скорость сушильного агента,  $n$  — как аналог числа единиц переноса по газовой фазе.

С учетом безразмерных переменных (5) преобразуем уравнение (4):

$$\Delta h_c = \frac{Le}{gn} \Delta h_m + \left(1 + \frac{Le}{\delta}\right) \Delta x_{cp} h_n \quad (6)$$

где:  $\Delta x_{cp}$  — средняя движущая сила процесса массопереноса;  $\Delta x_c$  — изменение влагосодержания сушильного агента;  $\alpha$  — коэффициент теплоотдачи, Вт/(м<sup>2</sup>·град);  $\beta$  — коэффициент массопереноса, кг/(м<sup>2</sup>·с),  $\delta = \Delta t_{cp} / \Delta t_c$ .

Учитывая, что в сушильной установке с активным гидродинамическим режимом наибольшим изменениям подвергается термическая составляющая эксергии взаимодействующих потоков, можно воспользоваться эксергетической температурной функцией для перехода от тепловых характеристик этих потоков к эксергетическим. В этом случае из уравнения (6) следует

$$\frac{\Delta e_n}{\Delta e_c} = \eta_e = \frac{1 - Le \Delta e_m}{gn \Delta e_c (1 + Le / \delta) \Delta x_{cp}}. \quad (7)$$

Входящие в соотношение (7) безразмерные переменные  $Le$ ,  $n$  связаны с кинетическими коэффициентами  $\alpha$  и  $\beta$ . Последние определяются степенью активности гидродинамической обстановки в аппарате.

Соотношение (7) позволяет путем сопоставления значений эксергетического КПД для различных вариантов активных гидродинамических режимов

сделать вывод о целесообразности произведенных энергозатрат, тем самым выбрать оптимальный вариант, соответствующий наибольшему значению этого показателя.

Для более полной характеристики сушильной установки необходимо ввести в показатель  $\eta_e$  составляющую, учитывающую энергозатраты, обусловленные выделением высушенного продукта из газовой фазы или на пылеочистку, независимо от того, проводится это процесс непосредственно в сушильном аппарате или вне его.

Тогда получим

$$\eta_a = \frac{K_1 \eta_e + K_2 \eta_{cen}}{2}. \quad (8)$$

Коэффициенты  $K_1$ ,  $K_2$  характеризуют относительный уровень ущерба, наносимого окружающей среде тепловыми и пылевидными загрязнениями.

$$\eta_{cen} = \frac{\eta_e + \eta_{y.l}}{2} \quad (9)$$

$$\eta_e = \frac{\ln(p^{ax} - \Delta p) - \ln p_0}{\ln p^{ax} - \ln p_0} \quad (10)$$

где  $p^{ax}$ ,  $p_0$ ,  $\Delta p$  — давление соответственно: на входе в аппарат; окружающей среды и гидравлическое сопротивление аппарата.

Результаты эксергетического анализа показывают, что активные гидродинамические режимы являются ресурсосберегающими не только в отношении металла и производственных площадей (за счет малых размеров аппаратов) [4], но и в отношении удельного расхода энергии [3; 12–14]. Разработанный метод оценки активности гидродинамических режимов позволяет среди альтернативных технических решений выбрать объективно наиболее эффективное. Используя этот метод нами для каждого класса приведенной выше классификационной таблицы рекомендован типовой аппарат, реализующий те гидродинамические режимы, которые являются активными при сушке материалов данного класса.

Важнейшим фактором, определяющим пригодность типового аппарата для обработки материалов данного класса, является гарантия обеспечения требуемого времени пребывания материала в аппарате, то есть обеспечения получения высушенного продукта при любой начальной влажности (в пределах реальной технологии). Особенно это важно при сушке дисперсных материалов во взвешенном слое, где гидродинамика определяет среднее время пребывания материала в аппарате и спектр времени пребывания отдельных частиц, то есть равномерность сушки. Реальные материалы имеют сложную структуру и содержат поры различных размеров, поэтому продолжительность их сушки будет зависеть от количественного соотношения пор различных диаметров.

Время опорожнения  $i$ -той группы пор

$$\tau_i = \frac{1}{N_i} \frac{\rho_{ж}}{\rho_m} \int_{d_i}^{d_{i+1}} f_V(d) d(d) = K_i \Delta U_i \quad (11)$$

где  $\rho_m, \rho_{ж}$  — плотность абсолютно сухого материала и жидкости, удаляемой в процессе сушки;  $f_V$  — функция распределения объема пор по диаметрам;  $K_i$  — коэффициент, обратно пропорциональный средней скорости  $\bar{N}_i$ , удаления жидкости из  $i$ -ой группы пор;  $\Delta U_i$  — содержание жидкости в материале, соответствующее заполнению пор диаметром от  $d_i$  до  $d_{i+1}$ .

Продолжительность  $\tau''$  удаления жидкости из микрокапилляров материала, имеющего разнородную структуру, можно определить из соотношения

$$\tau'' = \sum_{i=1}^{i=n} \tau_i = \sum_{i=1}^{i=n} K_i \Delta U_i. \quad (12)$$

Тогда общее время сушки пористого материала

$$\tau = \tau' + \tau'' = \tau' + \sum_{i=1}^{i=n} K_i \Delta U_i \quad (13)$$

где  $\tau'$  — время удаления свободной влаги, обычно составляющее при активных гидродинамических режимах от долей секунды до 2–3 секунд.

Средняя скорость удаления влаги из каждой группы пор определена по кинетике сушки модельных материалов с разнородной структурой (например, стирола МСН) в реальных аппаратах при разных температурах сушильного агента. Полученные данные в совокупности с величинами  $\tau'$ , определенными нами

с учетом термических характеристик по разработанной методике [1; 3; 4; 8; 14], позволили составить номограмму для расчета кинетики сушки любого материала без проведения опытов по сушке этого материала в реальных сушилках. Сопоставление расчетной кинетики с экспериментальной для 15 различных материалов подтвердило эффективность данного метода.

Порядок выбора сушильных аппаратов на основе комплексного анализа материала как объекта сушки с использованием классификационной таблицы и расчетной номограммы представлен на рис. 1 [4; 8]. Разработанная стратегия выбора была реализована применительно к сушке дисперсных материалов, так как до 80% подлежащих сушке материалов находятся в дисперсном состоянии.

В алгоритме выбора (рис. 1) использованы обозначения:  $d_{чэкв}, d_{чмакс}$  — эквивалентный и максимальный диаметр частиц;  $\rho_{ч}$  — плотность частиц материала;  $\theta_{доп}$  — допустимая температура нагрева материала;  $v_{крит}$  — скорость критическая, витания, рабочая частиц материала;  $U_n, U_k, U_i, U_{ме}$  — содержание жидкости в материале: начальное, конечное, соответствующее заполнению  $i$ -й группы пор, максимальное гигроскопическое содержание жидкости;  $G, G_w$  — производительность аппарата по сухому продукту и по испаренной жидкости;  $\beta$  — угол естественного откоса;  $K_{а-к}$  — ранг адгезионно-когезионного коэффициента;  $L$  — расход сушильного агента;  $d_{кр}$  — критический радиус пор;  $\mathcal{E}_{св}$  — энергия связи

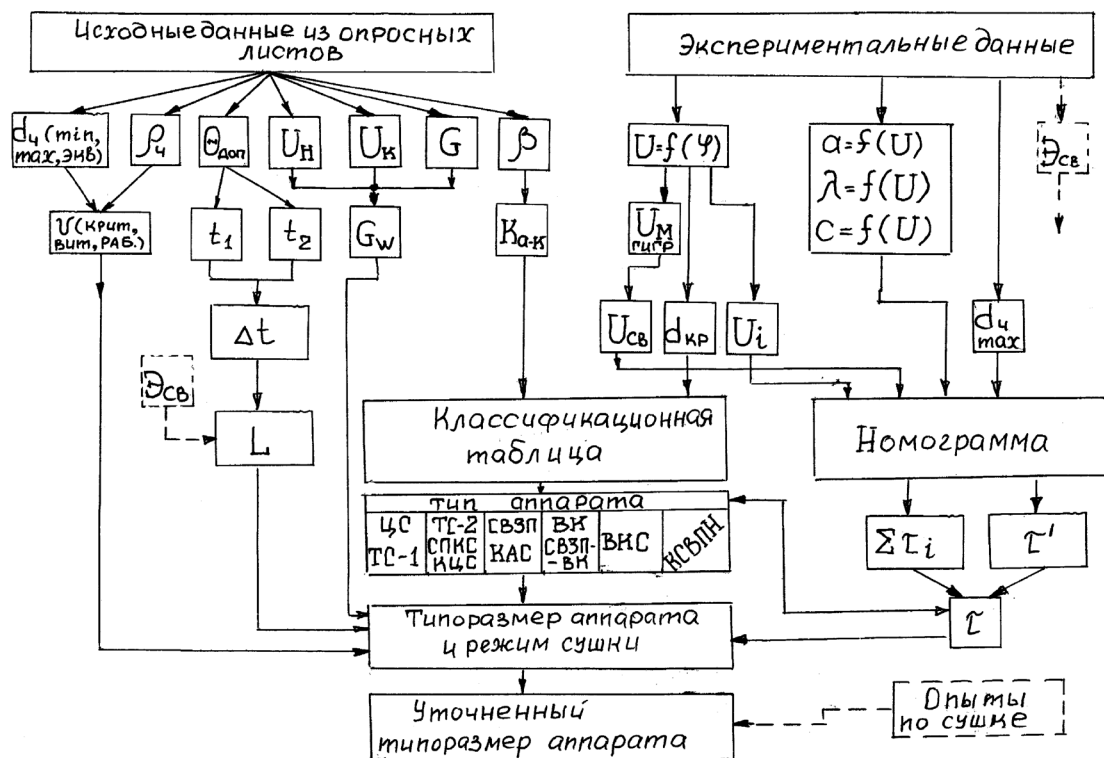


Рис. 1. Порядок выбора сушильных аппаратов на основе комплексного анализа материала как объекта сушки

Источник: разработка авторов с сотрудниками



влаги с материалом;  $U = f(\varphi)$  — изотермы сорбции и десорбции;  $a = f(U)$ ,  $\lambda = f(U)$ ,  $c = f(U)$  зависимости температуропроводности  $a$ , теплопроводности  $\lambda$ , теплоемкости  $c$  материала от содержания жидкости;  $\tau$ ,  $\tau'$ ,  $\Sigma\tau_i$  — время сушки общее, время прогрева материала и суммарное время удаления жидкости из  $i$  групп пор, сушилки: циклонная (ЦС), комбинированные циклонная (КЦС) и аэрофонтанная (КАС), виброкипящего слоя (ВКС), труба-сушилка одноступенчатая (ТС-1) и двухступенчатая (ТС-2), проходящего кипящего слоя (СПКС), комбинированная сушилка безуносного типа с закрученными потоками (СВЗП-ВК) (встречные закрученные потоки — вихревая камера), кипящего слоя с вибрирующими поверхностями нагрева, погруженными в слой (КСВПН).

Возрастающее применение при сушке дисперсных материалов находят различные гидродинамические режимы взвешенного слоя, отличающиеся высокой интенсивностью процесса. При оптимальном применении такие режимы являются активными гидродинамическими режимами.

Для каждого класса разработанной классификационной таблицы дисперсных материалов как объектов сушки, приведенной выше, рекомендованы типовые аппараты, реализующие те гидродинамические режимы, которые являются активными при сушке материалов данного класса.

В связи с проблемой пылеочистки в последние годы были разработаны многофункциональные безуносные аппараты со встречными закрученными потоками и управляемой гидродинамикой (ВЗП) [1–5; 7–8], которые могут быть рекомендованы в качестве нового поколения типовых аппаратов для материалов с критическим диаметром пор 60 Å

(с первого до четвертого класса материалов по приведенной классификации). Возможности сушилок ВЗП ограничены малым временем пребывания материала в аппарате, однако, в последнее время [3; 6; 10] удалось за счет нового гидродинамического режима — вращающегося кольцевого слоя увеличить время пребывания высушиваемого материала в аппарате в 5–6 раз, что позволило на несколько тысяч наименований расширить ассортимент материалов, высушиваемых в СВЗП.

Для микропористых материалов (четвертый класс) в качестве типовых аппаратов рекомендуются комбинированные безуносные сушилки, в которых для увеличения времени обработки материала в верхней части типовых сушилок СВЗП пристраиваются дисковые вихревые камеры. Для ультрамикропористых материалов, рекомендуются сушилки с виброкипящим слоем материала (предпочтительно сушилки с погруженными в слой вибрирующими поверхностями нагрева).

Таким образом, разработана стратегия выбора рационального аппаратно-технологического оформления процесса сушки, реализованная применительно к сушке дисперсных материалов во взвешенном слое. Выбор рационального аппаратно-технологического оформления процесса сушки любого дисперсного материала сводится к определению типового аппарата, рекомендованного для соответствующего класса дисперсных материалов, а для определения класса достаточно знать критический диаметр пор и ранг адгезионно-аутогезионного коэффициента данного материала. Комплекс работ, включающий исследования и внедрения с использованием указанной стратегии, отмечен премией Правительства РФ в области науки и техники.

### Литература

1. Гидромеханические и диффузионные процессы / Б.С. Сажин, Л.И. Гудим, В.А. Реутский. М., Легпромбытиздат, 1988. — 200 с.
2. Вихревые пылеуловители / Б.С. Сажин, Л.И. Гудим, В.А. Реутский. М, Химия, 1995. — 144 с.
3. Научные основы термовлажностной обработки дисперсных и рулонных материалов / Б.С. Сажин, В.Б. Сажин. М.: Химия, 2012. — 776 с.
4. Сажин, Б.С. Научные основы техники сушки / Б.С. Сажин, В.Б. Сажин. — Москва: Наука. 1997. — 448 с.
5. Сажин, В.Б. Выбор и расчёт аппаратов с взвешенным слоем / В.Б. Сажин, М.Б. Сажина. — М.: РосЗИТЛП. 2001. — 336 с.
6. Сажин, В.Б. Научные основы стратегии выбора эффективного сушильного оборудования / В.Б. Сажин, Б.С. Сажин. = М.: Химия, 2013, 544 с., ил.
7. Сажин, В.Б. / В.Б. Сажин, М.Б. Сажина // Сушка в закрученных потоках: теория, расчёт, технические решения. М.: РосЗИТЛП. 2001. — 324 с.
8. Сажин В.Б. Научные основы техники сушки дисперсных материалов при эффективных гидродинамических режимах взвешенного слоя. Дисс... доктора технич. наук. М., РХТУ, 2000. — Т. 1–617 с. — Т. 2. — 203 с.
9. Сажин, В.Б. Анализ основных подходов к классификации материалов как объектов сушки / В.Б. Сажин, М.Б. Сажина, Б.С. Сажин // Известия вузов: Химия и хим. технология, Том 48. — № 5. — 2005. — С. 99–104.
10. Сажин, В.Б. Анализ основных характеристик влажных материалов как объектов сушки при рациональном выборе сушильного оборудования / В.Б. Сажин, М.Б. Сажина, Б.С. Сажин // Известия вузов: Химия и химическая технология. — Том 48. — № 12. — 2005. — С. 98–104.

11. Сушка и промывка текстильных материалов: теория и расчет процессов / Б.С. Сажин, В.А. Реутский. М., Легпромбытиздат, 1990. — 224 с.
12. Эксергетический анализ работы промышленных установок / Б.С. Сажин, А.П. Булеков, В.Б. Сажин. М.: Изд-во МТИ. 2000. — 297 с.
13. Энергосберегающие процессы и аппараты текстильных и химических предприятий / Б.С. Сажин, М.П. Тюрин. М. — 2001. — 311 с.
14. B. Sazhin and V. Sazhin Scientific Principles of Drying Technology /New York -Connecticut-Wallingford (U.K.): Begell House Inc. — 2007. — 506 pp.
15. Сажин, В.Б. Математическая модель процесса сушки сыпучих продуктов в псевдоожиженном слое / В.Б. Сажин и др. // Промышленная теплотехника / АН БССР. — 1985. — № 6. — т. 7. — с. 40–46.
16. Сажин В.Б. Моделирование процесса сушки твёрдого материала в фонтанирующем слое / В.Б. Сажин и др. // ТОХТ, 1997. — том 31. — № 4. — С. 638–653.
17. Сажин Б.С. Основы техники сушки. М., Химия. — 1984. — 320 с.
18. Эксергетический метод в химической технологии / Б.С. Сажин, А.П. Булеков. М, Химия, 1992. — 208 с.
19. Оценка эффективности работы аппаратов с активным гидродинамическим режимом на основе их эксергетических характеристик / Б.С. Сажин, А.П. Булеков, В.Б. Сажин // ТОХТ. — 1999. — Т. 33. — № 5. — С. 521–527.
20. Булеков, А.П. Разработка методов расчёта и повышения эффективности энергоёмких процессов отделочного производства / А.П. Булеков, В.Б. Сажин // Успехи в химии и химической технологии. — XIII. — 5. — 1999. — С. 12–14.
21. Булеков А.П., Сажин В.Б., Орешкина Е.В. и др. Эксергетические потери в пылеуловителях ВЗП / 11 межд. конф. молодых учёных по химии и химической технологии («МКХТ-97»): Сб. науч. тр. // под ред. П.Д. Саркисова и В.Б. Сажина. М.: РХТУ, часть 2. — 1997.
22. Время сушки сыпучих продуктов в условиях псевдоожиженного слоя / А.А. Ойгенблик, Б.А. Корягин, В.Б. Сажин и др. // Химическая промышленность. — № 11. — 1989. — С. 66–72 (866–872).
23. Дорохов И.Н., Сажин В.Б. Принципы создания отраслевого банка данных кинетических характеристик сыпучих материалов для автоматизированного проектирования сушильных установок с псевдоожиженным слоем. — В книге: Методы кибернетики химико-технологических процессов / Тезисы докладов 2 Всесоюзной научной конференции. Баку. — 1987. — часть 1. — С. 133–134.
24. Панова А.Ю., Сажин В.Б. Изучение влияния размеров частиц и их теплофизических свойств на величину продольного перемешивания в аппаратах взвешенного слоя / Успехи в химии и химической технологии. Т. XVII. — № 8 (33). — 2003. — С. 93–99.
25. Метод исследования кинетики сушки сыпучих продуктов в псевдоожиженном слое / С.В. Сорокин, В.Б. Сажин // Аппараты с неподвижными и кипящими слоями в хлорной промышленности: Сб. науч. тр./ГосНИИ хлор-проект. М.: НИИТЭхим, 1988. — С. 106–111.
26. Ойгенблик А.А., Сажин В.Б. и др. Моделирование кинетики сушки полидисперсных частиц различной формы (одиночная частица) / Процессы в зернистых средах: Межвуз. сб. науч. тр. Иваново, 1989. — С. 58–62.
27. Сажина М.Б., Углов В.А., Сажин В.Б. и др. Сушилки взвешенного слоя с управляемой гидродинамикой для дисперсных волокнообразующих полимеров / Известия вузов: Технология текстильной промышленности. — № 4 (273). — 2003. — С. 92–95.
28. Сажина М.Б., Углов В.А., Сажин В.Б., и др. Выбор эффективной сушильной установки с взвешенным слоем для дисперсных волокнообразующих и текстильно-вспомогательных материалов / Известия вузов: Технология текстильной промышленности. — № 5 (274). — 2003. — С. 98–102.
29. Сажин В.Б., Ойгенблик А.А., Корягин Б.А. и др. Моделирование кинетики сушки полидисперсных частиц различной формы / Исследования по химии и химической технологии минеральных удобрений и сырья для их производства: Сб. науч. тр. М.: МХТИ им. Менделеева, 1990. — С. 46–50.
30. Сажин В.Б., Дорохов И.Н. Принцип формализации кинетических характеристик высушенных продуктов для расчёта аппаратов с псевдоожиженным слоем сыпучего материала / Повышение эффективности технологических процессов и оборудования в текстильной промышленности и производстве химических волокон и разработка систем пылеулавливания: Межвуз. сб. науч. тр. М.: МТИ им. Косыгина, 1988. — С. 130–132.
31. Сажин В.Б., I. Seldin, Войцев П.Н. и др. Применение термодиагностических микропроцессорных комплексов для автоматизации научных исследований / Создание и внедрение аппаратов с активными гидродинамическими режимами для текстильной промышленности и производства химических волокон: сб. 3 ВНТК. М.: ЦНИИТЭИлегпром. — 1989. — С. 31–32.
32. Сажин В.Б., I. Seldin, Ойгенблик А.А. и др. Использование микро-процессорного комплекса «ЛДКК-Рефлекс» для исследования кинетики сушки в режиме автоматизированного эксперимента: Сб. тр. 7 межд. симпозиума по сушке. Польша. Лодзь. — 1991.
33. Сажин В.Б., I. Seldin, О. Seldin и др. Автоматизированная экспресс-диагностика прочностных характеристик элементов конструкций из полимерных композиционных материалов: Сб. науч. тр. 6 нац. конф. по механике и технологии композиц. материалов. Болгария. Варна. — 1991.

34. Сажин Б. С., Ермишин Ю. М., Сажин В. Б. и др. Исследование математической модели процессов сушки на основе системы дифференциальных уравнений сопряжённого тепло — и массообмена применительно к задачам режимно-конструктивной оптимизации: сб. науч. тр. 2 межд. минского форума по тепло-массообмену. Минск, 1992.

35. Сажин Б. С., Сажина М. Б., Сажин В. Б. и др. Расчёт и интенсификация тепло-массообменных процессов химической технологии в текстильной промышленности / Успехи в химии и химической технологии. Т. XVII. № 5 (30). 2003. С. 102–107.

36. Сажин В. Б., Булеков А. П., Фирсаев И. Р. Численный алгоритм для оценки размеров готового продукта в аппаратах со взвешенным слоем инертного материала / Успехи в химии и химической технологии. — XIII. — 5. — 1999. — С. 46–49.

37. Сажин В. Б., Фирсаев И. Р., Геллер Ю. А. Структурно-механические характеристики дисперсных материалов как объектов сушки / Успехи в химии и химической технологии. — XIV. — 3. — 2000. — С. 83–86.

38. Сажин В. Б., I. Seldinas, O. Seldinas. Анализ теплопроводности для влажных дисперсных материалов / Успехи в химии и химической технологии. — Том XV. — 2001. — № 1. — С. 33–37.

39. Сажин Б. С., Акулич А. В., Сажин В. Б. Математ. моделирование движения газа в сепарационной зоне прямооточного вихревого аппарата на основе (к-т-ε)-модели турбулентности / ТОХТ. — 2001. — Т. 35. — № 5. с. 472–478.

40. Сажин В. Б., I. Seldin, O. Seldin. Диагност. компьют. комплекс «НМК-Рефлекс» и его примен. для теплофиз. исследований / Теплофиз. проблемы пром. производства: Сб. межд. теплофиз. школы. Тамбов, 1992.

41. Сажин В. Б., I. Seldinas, O. Seldinas. Установка для теплофизического анализа влажных дисперсных материалов импульсным методом плоского источника тепла / Успехи в химии и химической технологии. — Том XV. — 2001. — № 1. — С. 37–41.

42. Б. С. Сажин, В. Б. Сажин. Стратегия выбора рационального аппаратно-технологического оформления процесса сушки / Современные энергосберегающие тепловые технологии: Сб. науч. тр. МНПК. Том. 3 Технол. сушки, расчёт и проект. суш. установок. М.: МГАУ. — 2002. — С. 6–13.

43. Сажин В. Б., Сажин Б. С., Сажина М. Б. и др. Оптимизация аппаратного оформления сушильных процессов в технике взвешенного слоя / Успехи в химии и хим. технологии. — Том XXI. — 2007. — № 1 (69). — С. 49–65.

44. Сажин Б. С., Сажин В. Б., Отрубянников Е. В. и др. Сушка в активных гидродинамических режимах / ТОХТ. — 2008. — том 42. — № 6. — С. 638–653.

45. Сажин Б. С., Дмитриева Л. Б., Сажин В. Б. Влияние пластифицирующего действия воды на проявление адгезионно-аутогезионных свойств в процессе сушки гранулированного полиэтилентерефталата / Успехи в химии и химической технологии. — Том XXII. — 2008. — № 8 (88). — С. 120–123.

46. Сажин Б. С., Чунаев М. В., Сажин В. Б. Термокапиллярный механизм неустойчивости слоя жидкости (Эффект Марангони) / Успехи в химии и химической технологии, 2009. — Т. XXIII. — № 3(96). — С. 103–106.

47. Сажин, Б. С. Вибрационная сушилка для сыпучих и пастообразных материалов / Б. С. Сажин, О. С. Кочетов, В. Б. Сажин и др. — Патент на изобретение № 2312285 от 18.07.2006.

48. Сажин, Б. С. Многосекционная вибрационная сушилка / Б. С. Сажин, О. С. Кочетов, В. Б. Сажин и др. — Патент на изобретение № 2312287 от 18.07.2006.

49. Сажин, Б. С. Сушильный аппарат / Б. С. Сажин, О. С. Кочетов, В. Б. Сажин и др. — Патент на полезную модель № 68369 от 14.05.2007.

50. Сажин, Б. С. Сушильная установка / Б. С. Сажин, О. С. Кочетов, В. Б. Сажин и др. — Патент на полезную модель № 68368 от 14.05.2007.

51. Сажин, Б. С. Сушилка для полидисперсных материалов / Б. С. Сажин, О. С. Кочетов, В. Б. Сажин и др. — Патент на полезную модель № 68370 от 14.05.2007.

52. Сажин, Б. С. Установка для сушки полидисперсных материалов / Б. С. Сажин, О. С. Кочетов, В. Б. Сажин и др. — Патент на полезную модель № 68371 от 14.05.2007.

53. Сажин, Б. С. Установка для сушки растворов и суспензий в кипящем слое инертных тел / Б. С. Сажин, О. С. Кочетов, В. Б. Сажин и др. — Патент на полезную модель № 68665 от 26.06.2007.

54. Сажин, Б. С. Установка для сушки жидких материалов в кипящем слое инертных тел. / Б. С. Сажин, О. С. Кочетов, В. Б. Сажин и др. — Патент на полезную модель от 27.08. 2008

55. Сажин Б. С., Сажин В. Б., Сажина М. Б. Активность гидродинамического режима как фактор повышения эффективности процесса сушки во взвешенном слое / Успехи в химии и химической технологии. — Том XXII. — 2008. — № 6 (86). — С. 111–119.

56. Сажин Б. С., Сажин В. Б. Основные проблемы сушки дисперсных материалов, научно-практический анализ и решение / Успехи в химии и химической технологии. — Том XXII. — 2008. — № 1 (81). — С. 98–111.

57. Сажин Б. С., Чунаев М. В., Сажин В. Б. Равновесие и конвекция в горизонтальном слое жидкости (Эффект Релея) / Успехи в химии и химической технологии, 2009. — Т. XXIII. — № 4(97). — С. 49–51.

58. Сажин Б. С., Тюрин М. П., Сажин В. Б. и др. Ресурсосбережение в вихревых аппаратах / Успехи в химии и химической технологии, 2011. — Т. XXV. — № 1 (117). — С. 122–124.

59. Сажин Б. С., Дмитриева Л. Б., Сажин В. Б. Сорбционная способность и влияние сорбируемой влаги на структуру полиэтилентерефталата / *Успехи в химии и хим. технологии.* — Том XXII. — 2008. — № 4 (84). — С. 115–118.
60. Сажин Б. С., Сажин В. Б., Тюрин М. П. и др. Научные основы сушильной техники с активными гидродинамическими режимами / *Успехи в химии и химической технологии.* — Том XXI. — 2007. — № 6 (74). — С. 115–123.
61. Сажин Б. С., Дмитриева Л. Б., Сажина М. Б. и др. Особенности реализации процесса сушки гранулята полиэтилентерефталата / *Успехи в химии и химической технологии.* — Том XXII. — 2008. — № 9 (89). — С. 121–123.
62. Сажин Б. С., Сажин В. Б. Проблемы сушки дисперсных материалов. (Проблемный доклад) / *Современные энергосберегающие технологии (сушка и термовлажностная обработка материалов) «СЭТТ-2008»*: Сб. Науч. тр. 3 МНПК. Т. 2. М: ООО «Франтера». — 2008. — С. 179–191.
63. Сажин В. Б., Сажин Б. С. Устройство для определения теплофизических характеристик дисперсных материалов / *Инновационная наука в глобализующемся мире: Сб. Науч. тр. межд. научно-практ. конф. (Уфа, 5–6.03.2014).* — Уфа: РИО ИЦИПТ, 2014. — 256 с. — С. 279–265.
64. Сажин, В. Б. Создание эффективной сушильной установки и разработка промышленного кода: технологическая задача и её решение для материала как объекта сушки [Текст] / В. Б. Сажин, Б. С. Сажин // *Международный академический вестник (ISSN: 2312-5519).* — № 5(11). — 2015. — С. 99–102.
65. Фирсаев Иг. Р., Сажин В. Б., Сажина М. Б. Изучение реологических свойств сыпучих продуктов как объектов сушки / *Успехи в химии и химической технологии.* — XIV. — 3. — 2000. — С. 79–82.
66. Efremov G., Sazhin B., Sazhin V. Calculation of parameters of drying using a combination of microwave and convective heating. *Drying' 98, Proc., vol. C, ZITI Edition, Greece, 1998.* — P. 2129–2133.
67. *Drying in Active Hidrodynamic Regimes /B.S. Sazhin, V.B. Sazhin, E.V. Otrubjannikov, and L.M. Kochetov / Teoretical Foundations of Chemical Engineering, 2008. — Vol. 42. — No. 6. — pp. 837–851. — Pleades Publishing Ltd., 2008.*
68. Sazhin V. & Sazhin B. Application of exergy analysis to reduce the anthropogenic impact on the industrial environment [article] / «Topical areas of fundamental and applied research V» (North Charleston, SC, USA, December, 22–23, 2014): in 2 vv. Vol. 1. — «SPC Academic», North Charleston, SC, USA 29406, 2015. — 233 pp. (ISBN: 978-1-50585-703-0). P. 116–119.
69. Sazhin V. & Sazhin B. Principles classifying materials as processing objects for the processes of drying and washing [article] / «Fundamental science and technology — promising developments V» (North Charleston, SC, USA, February, 24–25, 2015): in 2 vv. Vol. 1. — «SPC Academic», 4900 LaCross Road, North Charleston, SC, USA 29406, 2015. — 225 pp. (ISBN: 978-1508657552). — P. 135–140.
70. Sazhin V. & Sazhin B. Modeling of drying and washing under the terms of the so-called «balance problems» [article] / «Fundamental and applied science today V» (North Charleston, SC, USA, March, 30–31, 2015): in 3 vv. Vol. 1. — «SPC Academic», 4900 LaCross Road, North Charleston, SC, USA 29406, 2015. — 216 pp. (I–IV+i–vi) (ISBN: 978-1511565684). — P. 113–117.
71. Sazhin V. & Sazhin B. Determination of thermal properties of materials as objects of thermal and humidity processing / «Academic science -problems and achievements III» (Moscow, 20–21, Feb. 2014, North Charleston, SC, USA, 20–21, Feb. 2014): in 3 vv. — Vol. 2. — «SPC Academic», 4900 LaCross Road, North Charleston, SC, USA 29406, 2014. — 304pp. (ISBN: 978-1496106537). — P. 231–236.
72. Sazhin V. & Sazhin B. Evaluation of thermodynamic activity in the apparatus of the weighted layer during the heat and mass transfer processes / 21 century: fundamental science and technology VIII: Proceedings of the Conference. North Charleston, 25–26.01.2016, in 3 vs / Vol. 1. — North Charleston, SC, USA: CreateSpace, 2016, p. 224 (ISBN: 978-1523740369). — P. 97–102.
73. Sazhin V. & Sazhin B. Definition of system specifications for materials that are subject to drying / 21 century: fundamental science and technology XI: Proceedings of the Conference. North Charleston, 23–24.01.2017, in 2 vs. Vol. 1 — North Charleston, SC, USA: CreateSpace, 2017. — P. 257, 153–156.
74. Sazhin V. B., Sazhin B. S. Basis of classification of materials as objects of drying / *Збірник центру наукових публікацій Велес за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції: частина 1 «Зимові наукові читання», м Київ: збірник статей (рівень стандарту, академічний рівень).* — К.: Центр наукових публікацій, 2017. 128 с. ISSN5836-4978. — С. 86–97.
75. Sazhin V. & Sazhin B. Drying of disperse materials with quasi-static conditions / *Academic science — problems and achievements XI: Proceedings of the Conference. North Charleston, 6–7.02.2017, in 2 vv. Vol. 1. — North Charleston, SC, USA: CreateSpace, 2017. — P. 218, 142–145. (ISBN978-1543046090).*
76. Sazhin V. & Sazhin B. Innovative implementation strategy of industrial drying processes in a fluidized bed / 21 century: fundamental science and technology VIII: Proceedings of the Conference. North Charleston, 23–24.01.2014, in 3 vs / Vol. 2 — North Charleston, SC, USA: CreateSpace, 2014, pp. 241 (ISBN: 978-1495417696). — P. 154–157.



УДК 622.692.4

**Середюк Марія Дмитрівна**

*доктор технічних наук, професор,  
професор кафедри газонафтопроводів та газонафтоосховищ  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

**Середюк Мария Дмитриевна**

*доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры газонефтепроводов и газонефтехранилищ  
Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

**Serediuk Mariya**

*Doctor of Technical Sciences, Professor of the  
Department Oil and Gas Pipelines and Storage Facilities  
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

## **ВПЛИВ ЗМІНИ ШВИДКОСТІ НА ЗМІШУВАННЯ РІЗНОСОРТНИХ РІДИН У ПРОЦЕСІ ЇХ ПОСЛІДОВНОГО ПЕРЕКАЧУВАННЯ ТРУБОПРОВОДОМ**

## **ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ НА СМЕСЕОБРАЗОВАНИЕ РАЗНОСОРТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ПЕРЕКАЧКИ ПО ТРУБОПРОВОДУ**

## **THE FLOW VELOCITY CHANGER INFLUENCE ON THE DIFFERENT KINDS OF LIQUIDS MIXING DURING ITS THE PIPELINES IN SERIES TRANSPORTATION**

**Анотація.** Розроблено метод і програмне забезпечення, які дають змогу врахувати вплив зміни швидкості на інтенсивність сумішоутворення у процесі послідовного перекачування різносортних нафт або нафтопродуктів у трубопроводі. Запропоновано розрахункові формули для розподілу концентрацій рідин довжиною зони суміші, для об'єму суміші та її розкладання в кінцевому пункті трубопроводу.

**Ключові слова:** нафтопровід, послідовне перекачування, зміна швидкості, рівняння турбулентної дифузії, ефективний коефіцієнт змішування, об'єм суміші

**Аннотация.** Разработан метод и программное обеспечение, позволяющие учитывать влияние изменения скорости на интенсивность смесеобразования в процессе последовательной перекачки разносортных нефтей или нефтепродуктов по трубопроводу. Предложены расчетные формулы для распределения концентраций жидкостей по длине зоны смешения, для объема смеси и ее раскладки на конечном пункте трубопровода.

**Ключевые слова:** нефтепровод, последовательная перекачка, изменение скорости, уравнение турбулентной диффузии, эффективный коэффициент смешения, объем смеси.

**Summary.** The methodology and computer software are provided, which can to indicate the influence of flow velocity changes on the intensiveness of mixture creation during different sorts of oil and oil products transportation by pipelines in series. The applied formulas are proposed to estimate the concentration profiles of mixture components along the mixture zone length, volume of mixture and to characterize the process of it's separation at the end-point of the pipeline.

**Key words:** pipeline, transportation in series, velocity change, equation of turbulent diffusion, the effective coefficient of mixing, volume of mixture.

**Вступ.** Магістральні нафтопроводи України сьогодні працюють зі значним недовантаженням, що суттєво знижує енергоефективність їх експлуатації. Одним із шляхів збільшення завантаження нафтопроводів і зменшення енерговитратності трубопроводного транспорту є впровадження прогресивної технології послідовного перекачування різносортих нафт. Зазначена технологія широко застосовується у світовій практиці як при трубопроводному транспорті різносортих нафтопродуктів, так і при транспортуванні нафт різних сортів.

В Україні послідовне перекачування світлих нафтопродуктів в кінці двадцятого століття здійснювалось системою магістральних нафтопродуктопроводів. За останні роки на магістральних нафтопроводах України проведено низку успішних послідовних перекачувань партій нафт з альтернативних джерел постачання.

При значних перевагах технології послідовного перекачування вона має недолік, а саме обов'язкове змішування різносортих рідин у зоні їх контакту у трубопроводі. Об'єм суміші різносортих рідин залежить від багатьох чинників, у тому числі від режимних параметрів експлуатації трубопроводу. Основним завданням при реалізації послідовного перекачування різносортих нафт або нафтопродуктів є досягнення мінімального об'єму суміші. Це визначає теоретичне та практичне значення дослідження закономірностей сумішоутворення різносортих рідин у трубопроводі за їх послідовного перекачування [1; 2].

**Аналіз досліджень і публікацій.** Дослідженням впливу різних чинників на процес сумішоутворення різносортих рідин присвячено низку робіт. Так у роботах [3; 4] встановлено вплив зміни температури послідовно транспортованих нафт на процес утворення суміші. Роботи [5; 6] присвячено дослідженням ефективності застосування рідинних розділювачів з метою покращення якості суміші і полегшення її розкладання у кінці трубопроводу. У роботах [7; 8] розроблено методи визначення пропускної здатності нафтопроводів за неусталених режимів послідовного перекачування різносортих нафт.

Інтенсивність сумішоутворення послідовно транспортованих рідин суттєво залежить від режиму їх руху в трубопроводі, що визначається значенням числа Рейнольдса. За сталого діаметра трубопроводу та в'язкості транспортованих рідин режим руху залежить від витрати, що пропорційна швидкості руху рідин. У процесі пересування зони контакту різносортих рідин по довжині трубопроводу швидкість руху є величиною змінною. Це впливає на розподіл концентрацій різносортих рідин по довжині зони суміші, а отже, і на об'єм суміші. Не дивлячись на значну кількість робіт щодо реалізації технології послідовного перекачування особливості сумішоутворення різносортих рідин зі змінною швидкістю руху в трубопроводі вимагають додаткового розгляду.

**Метою досліджень** є встановлення впливу зміни швидкості руху послідовно транспортованих рідин на закономірності їх сумішоутворення у трубопроводі.

Для досягнення мети необхідно розробити метод і програмне забезпечення для розрахунку з урахуванням динаміки зміни швидкості руху в трубопроводі таких параметрів:

- розподілу концентрацій різносортих рідин по довжині зони суміші;
- об'єму суміші різносортих рідин;
- об'єму домішок, що надходять у резервуари з товарними продуктами на кінцевому пункті трубопроводу.

**Виклад основного матеріалу.** Приймаємо, що на початку процесу послідовного перекачування вся порожнина трубопроводу заповнена однією із транспортованих рідин. Позначимо першу у контакті рідину — рідиною А. У певний момент часу розпочинається закачування у трубопровід другої рідини — рідини В. У зоні їх контакту утворюється суміш двох рідин, об'єм якої зростає при переміщенні від початку до кінця трубопроводу.

Процес змішування різносортих рідин при послідовному перекачуванні трубопроводом зазвичай описують рівнянням одномірної турбулентної дифузії, яке відносно рухомої системи координат, що переміщається зі сталою швидкістю потоку  $w$ , має вигляд

$$\frac{\partial K_b}{\partial t} = D_e \frac{\partial^2 K_b}{\partial x^2}, \quad (1)$$

де  $K_b$  — миттєва концентрація другої у контакті рідини;

$t$  — час змішування, що відлічується від моменту зміни сортів рідин на початку трубопроводу;

$x$  — відстань від початку рухомої системи координат до перерізу, в якому необхідно знайти концентрацію рідин;

$D_e$  — ефективний коефіцієнт змішування рідин.

Як засвідчують результати теоретичних досліджень [7–9], процес зміни послідовно транспортованих рідин у трубопроводі при їх послідовному перекачуванні супроводжується помітною зміною швидкості. Нами розроблені метод та комп'ютерна програма, які враховують зазначений фактор і дають змогу визначити пропускну здатність магістрального нафтопроводу та питомі витрати електроенергії при реалізації технології послідовного перекачування нафт різних сортів. Методика включає такі елементи:

- блок математичного моделювання фізичних властивостей і характеристик насосних агрегатів за сталої і змінної обертової частоти;
- блок розрахунку параметрів роботи насосних агрегатів і нафтоперекачувальних станцій (НПС);
- блок гідравлічного розрахунку лінійної частини нафтопроводу з урахуванням переміщення зони контакту двох сортів нафти;

- блок урахування технологічних обмежень тиску і витрати нафти та ув'язування режимів роботи НПС і лінійної частини нафтопроводу;
- блок визначення енергоефективності експлуатації нафтопроводу.

Блок гідравлічного розрахунку лінійної частини нафтопроводу з урахуванням переміщення зони контакту двох сортів нафти базується на застосуванні рівняння балансу тисків та модифікованої формули Колбрука для обчислення коефіцієнта гідравлічного опору [10].

Блок розрахунку режиму роботи нафтоперекачувальної станції (НПС) включає запропоновані нами математичні моделі для напірної характеристики та кривої коефіцієнта корисної дії (ККД) нафтових насосів за довільного значення обертової частоти ротора насоса [11; 12].

Для модельного нафтопроводу довжиною 100 км з внутрішнім діаметром 0,702 м досліджено гідродинамічні параметри послідовного перекачування двох сортів нафти з різними значеннями розрахункової густини і в'язкості.

За результатами багатоваріантних розрахунків для різних положень зони контакту двох сортів нафти на трасі нафтопроводу одержано графічні залежності пропускної здатності та питомих витрат електроенергії на реалізацію послідовного перекачування двох сортів нафти. Розрахунки засвідчили, що переміщення зони контакту двох сортів нафти порожниною нафтопроводу спричинює помітну зміну пропускної здатності, яка може досягати 15–20%. Залежність пропускної здатності нафтопроводу від положення зони контакту різносортих нафт зазвичай близька до лінійної.

Таким чином, методом математичного моделювання доведено, що за умов послідовного перекачування різносортих нафт магістральними нафтопроводами України залежність між витратою нафти та лінійною координатою розміщення зони контакту нафт адекватно описується так:

$$Q = Q_o + bx_o, \quad (2)$$

де  $Q_o$ ,  $b$  — коефіцієнти математичної моделі, значення яких залежать від геометричних характеристик трубопроводу, особливостей траси, характеристик насосного обладнання, властивостей послідовно транспортованих рідин тощо;

$x_o$  — відстань від початку трубопроводу до середини зони суміші різносортих рідин.

Коефіцієнт  $Q_o$  у формулі (2) відповідає пропускній здатності нафтопроводу за умови перекачування рідини А.

Помітна зміна робочої витрати, а отже і швидкості руху в трубопроводі у процесі переміщення зони контакту різносортих рідин спричинює зміну інтенсивності утворення суміші.

Для випадку змінної у часі швидкості руху послідовно транспортованих трубопроводом рідин  $w(t)$

рівняння одномірної турбулентної дифузії набуває вигляду [1–2; 9]

$$\frac{\partial K_b}{\partial t} + w(t) \frac{\partial K_b}{\partial x} = D_e(t) \frac{\partial^2 K_b}{\partial x^2}, \quad (3)$$

де  $x$  — відстань від початку трубопроводу до перерізу, в якому необхідно знайти концентрацію послідовно транспортованих рідин.

Із рівняння нерозривності потоку рідини можна записати:

$$w(t) = \frac{dx_o}{dt} = \frac{4Q}{\pi d^2}, \quad (4)$$

де  $d$  — внутрішній діаметр трубопроводу.

Формула (4) з урахуванням виразу (2) набуває вигляду

$$\frac{dx_o}{dt} = \frac{4}{\pi d^2} (Q_o + bx_o). \quad (5)$$

Розв'язуємо диференціальне рівняння (5), у результаті одержуємо аналітичну залежність між часом переміщення зони контакту двох різносортих рідин та відстанню від початку трубопроводу до середини зони суміші

$$t = \frac{\pi d^2}{4b} \ln \left( 1 + \frac{b}{Q_o} x_o \right). \quad (6)$$

Виразимо відстань від початку трубопроводу до середини зони суміші послідовно транспортованих нафт як функцію часу їх змішування у трубопроводі

$$x_o = \frac{Q_o}{b} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{8bt}{\pi d^2} \right)^{1/2} \right]. \quad (7)$$

Використовуючи рівняння (4) з урахуванням виразу (7), одержуємо закономірність зміни швидкості руху послідовно транспортованих рідин як функцію часу переміщення середини зони суміші двох різносортих рідин

$$w(t) = \frac{4Q_o}{\pi d^2} \left( 1 - \frac{8bt}{\pi d^2} \right)^{-1/2} \quad (8)$$

Вводимо позначення

$$\alpha^2 = \frac{D_e(t)}{w(t)}, \quad (9)$$

$$\tau = \int_0^t w(t) dt. \quad (10)$$

З урахуванням (9) і (10) рівняння турбулентної дифузії набуває вигляду

$$\frac{\partial K_b}{\partial \tau} + \frac{\partial K_b}{\partial x} = \alpha^2(\tau) \frac{\partial^2 K_b}{\partial x^2}. \quad (11)$$

Шляхом введення нових змінних

$$y = x - \tau, \quad (12)$$

$$\varphi = \int_0^\tau \alpha^2(\tau) d\tau, \quad (13)$$

зводимо диференціальне рівняння (11) до такого вигляду

$$\frac{\partial K_b}{\partial \varphi} = \frac{\partial^2 K_b}{\partial y^2}. \quad (14)$$

Розв'язок рівняння (14) має вигляд [1; 2]

$$K_b = \frac{1}{2} [1 - \Phi(z)], \quad (15)$$

де  $\Phi(z)$  — інтеграл ймовірностей;

$$\Phi(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-\gamma^2} d\gamma, \quad (16)$$

$z$  — аргумент інтегралу ймовірностей,

$$z = \frac{x - \tau}{2\sqrt{\varphi}}. \quad (17)$$

Для ефективного коефіцієнта змішування застосуємо запропоновану нами у роботі [3] узагальнену математичну модель, в яку вводимо швидкість руху замість робочої витрати

$$D_e = A(wd)^{1-n} \nu_{cp}^n, \quad (18)$$

де  $\nu_{cp}$  — кінематична в'язкість суміші послідовно транспортованих рідин у співвідношенні 1:1 за об'ємом;

$A, n$  — коефіцієнти математичної моделі.

Перекачування різносортих нафт відбувається зазвичай у зоні гідравлічно гладких труб турбулентного режиму. У цьому випадку маємо такі значення коефіцієнтів:

- у випадку застосування формули А. Ш. Асатуряна  $A=17,4$ ;  $n=1/3$ ;
- у випадку застосування формули М. В. Нечвала  $A=18,7$ ;  $n=0,339$ .

Малов'язкі нафтопродукти транспортуються трубопроводами зазвичай у зоні змішаного тертя турбулентного режиму. У цьому випадку будемо мати такі значення коефіцієнтів математичної моделі (18)

$$A = 28,7 \cdot \left( 10^{0,127 \lg \frac{k_e}{d}} - 0,627 \right)^{0,378}; \quad n = 0,292,$$

де  $k_e$  — абсолютна еквівалентна шорсткість внутрішньої поверхні труби.

Із формули (10) випливає, що аналітичний вираз для змінної  $\tau$  у рівнянні турбулентної дифузії співпадає з виразом для відстані від початку трубопроводу до середини зони суміші різносортих рідин  $x_0$ . У результаті підстановки формули (7) у вираз (8) після математичних перетворень одержуємо швидкість руху рідин як функцію змінної  $\tau$

$$w(\tau) = \frac{4Q_0}{\pi d^2} \left( 1 - \frac{b}{Q_0} \tau \right)^{-1}. \quad (19)$$

З урахуванням (18) і (19) вираз для визначення змінної  $\varphi$  в рівнянні турбулентної дифузії (14) набуває вигляду

$$\varphi = A \nu_{cp}^n d^{1-n} \left( \frac{\pi d^2}{4Q_0} \right)^n \int_0^\tau \left( 1 - \frac{b}{Q_0} \tau \right)^n d\tau. \quad (20)$$

Після інтегрування виразу (20), одержуємо

$$\varphi = \frac{A \nu_{cp}^n d^{1-n}}{(n+1)} \left( \frac{\pi d^2}{4Q_0} \right)^n \frac{Q_0}{b} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{b}{Q_0} \tau \right)^{n+1} \right]. \quad (21)$$

Для випадку послідовного перекачування різносортих нафт в зоні гідравлічно гладких труб формула (21) матиме вигляд

$$\varphi = 13,05 \nu_{cp}^{1/3} d^{2/3} \left( \frac{\pi d^2}{4Q_0} \right)^{1/3} \frac{Q_0}{b} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{b}{Q_0} \tau \right)^{4/3} \right]. \quad (22)$$

Закономірності розподілу концентрацій послідовно транспортованих рідин в трубопроводі дають змогу одержати формулу для об'єму суміші.

Позначимо відстань від рухомої системи координат до довільного перерізу зони суміші різносортих рідин  $x = x - \tau$ . Тоді довжина суміші рідин з урахуванням знаку при  $x_2$  за певних граничних концентрацій дорівнює

$$l_{сум} = \overline{x_1} - \overline{x_2}. \quad (23)$$

Враховуючи вираз (19), одержуємо формулу для визначення об'єму суміші різносортих рідин за змінної швидкості їх руху у трубопроводі

$$V_{сум} = \frac{\pi d^2}{2} (z_1 - z_2) \sqrt{\varphi}, \quad (24)$$

де  $z_1, z_2$  — аргументи інтеграла ймовірностей, що відповідають граничним концентраціям на початку і в кінці суміші рідин.

Для вирішення питання розкладання суміші послідовно транспортованих рідин у кінці трубопроводу необхідно знати, який об'єм домішок (рідин іншого сорту) міститься у суміші і надійде у резервуари з товарними продуктами.

Об'єм рідини В, що надійде у вигляді домішки у резервуари з рідиною А, у випадку розділення суміші на дві частини в перерізі трубопроводу з концентрацією рідини В  $K_b$  знайдемо шляхом інтегрування такого виразу:

$$V_b = \int_{k_b}^0 K_b dV_{сум}. \quad (25)$$

З урахуванням виразів (15) і (23), після інтегрування одержуємо

$$V_b = \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{\varphi} \cdot \theta(z), \quad (26)$$

$$\text{де } \theta(z) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-z^2} - z [1 - \Phi(z)].$$

Запропонований метод урахування впливу зміни швидкості руху послідовно транспортованих рідин на інтенсивність їх сумішоутворення реалізований



у комп'ютерній програмі. Програма дає змогу будувати криву розподілу концентрацій з урахуванням всіх впливових чинників для довільного положення зони контакту різносортних рідин в трубопроводі. Розраховуються об'єм суміші різносортних рідин, а також об'єми домішок, які надходять у резервуари з товарними продуктами на кінцевому пункті трубопроводу.

З метою апробації методики виконані розрахунки параметрів послідовного перекачування двох сортів нафти з такими розрахунковими властивостями:

- для першого сорту: густина  $\rho_1 = 870 \text{ кг/м}^3$ , кінематична в'язкість  $\nu_1 = 50 \text{ сСт}$ ;
- для другого сорту: густина  $\rho_2 = 850 \text{ кг/м}^3$ , кінематична в'язкість  $\nu_2 = 10 \text{ сСт}$ .

Як модельний нафтопровід вибрана ділянка діючого магістрального нафтопроводу довжиною 100 км з внутрішнім діаметром 0,702 м. Нафтоперекачувальна станція оснащена магістральними насосами марки НМ 3600-230.

За результатами багатоваріантних розрахунків одержано, що пропускна здатність модельного нафтопроводу  $Q \text{ (м}^3/\text{с)}$  так залежить від лінійної координати зони контакту нафт  $x \text{ (м)}$ :

$$Q = 0,552 + 1,18 \cdot 10^{-6} \cdot x_0. \quad (27)$$

За комп'ютерною програмою проведено розрахунки концентрації другої у циклі нафти для чотирьох положень зони контакту на трасі нафтопроводу та різних значень відстаней від початку рухомої системи координат.

За результатами обчислень побудовано графіки розподілу концентрацій нафти В  $K_b$  по довжині зони суміші (рис. 1).

Визначено об'єм суміші різносортних нафт для граничних концентрацій  $K_{b_1} - K_{b_2} = 1-99\%$  для різних положень зони контакту на трасі нафтопроводу (рис. 2).

Обчислено об'єм нафти В, що надійде у резервуари з нафтою А як домішка для різних варіантів розподілу суміші на дві частини у кінці нафтопроводу (рис. 3).

Для порівняння виконано розрахунки параметрів сумішоутворення за зазначених вище умов без урахування зміни швидкості руху послідовно транспортованих рідин. У результаті одержано, що урахування зміни швидкості дає змогу на 5–10% уточнити як об'єм суміші, так і об'єми рідин, які як домішка надходять у резервуари з товарними продуктами на кінцевому пункті трубопроводу.

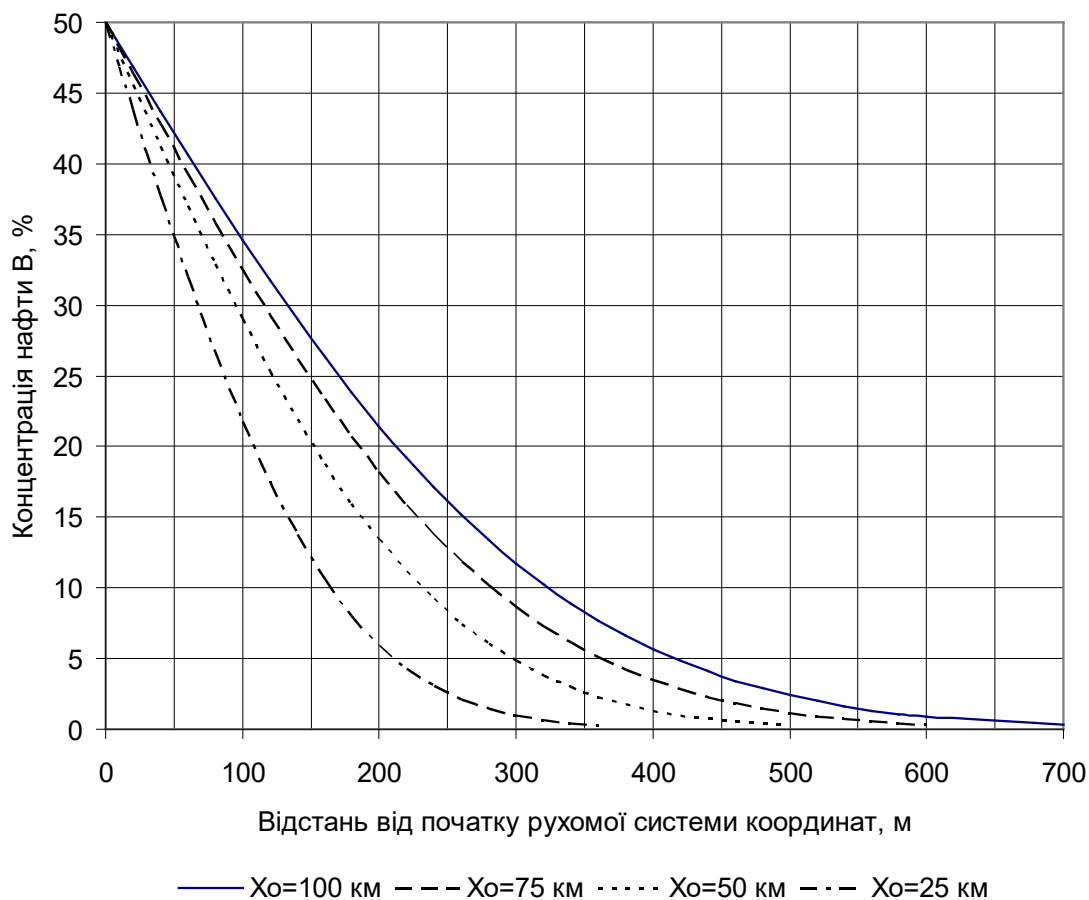


Рис. 1. Зміна концентрації нафти сорту В по довжині зони змішування для різних положень початку рухомої системи координат

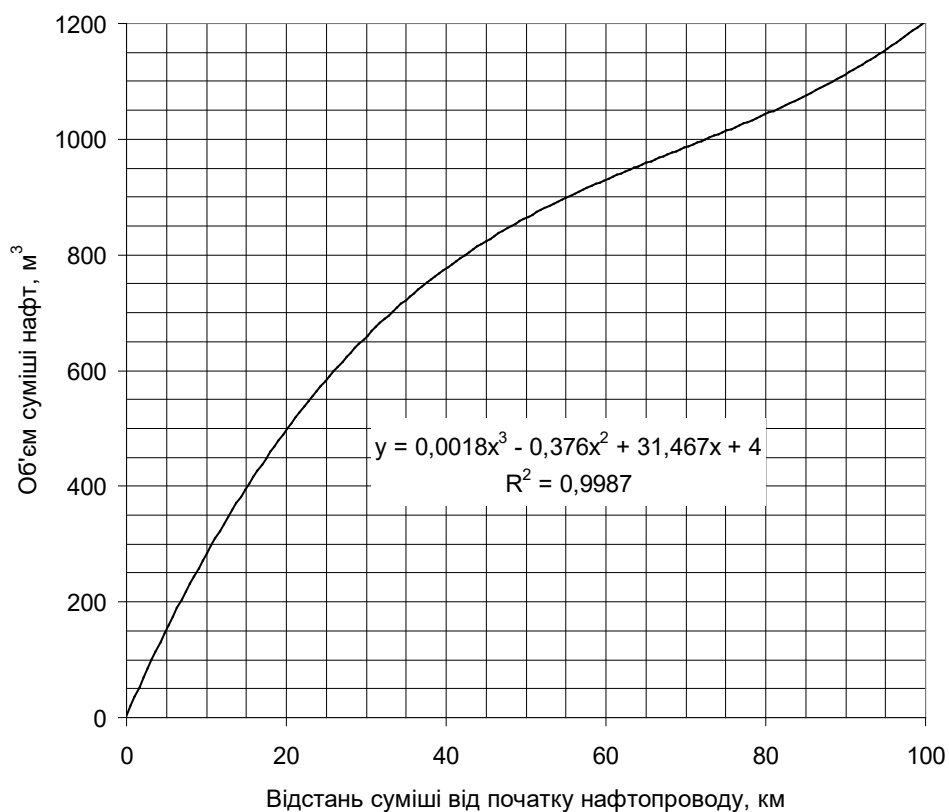


Рис. 2. Залежність об'єму суміші послідовно транспортованих нафт від розташування середини зони змішування у нафтопроводі

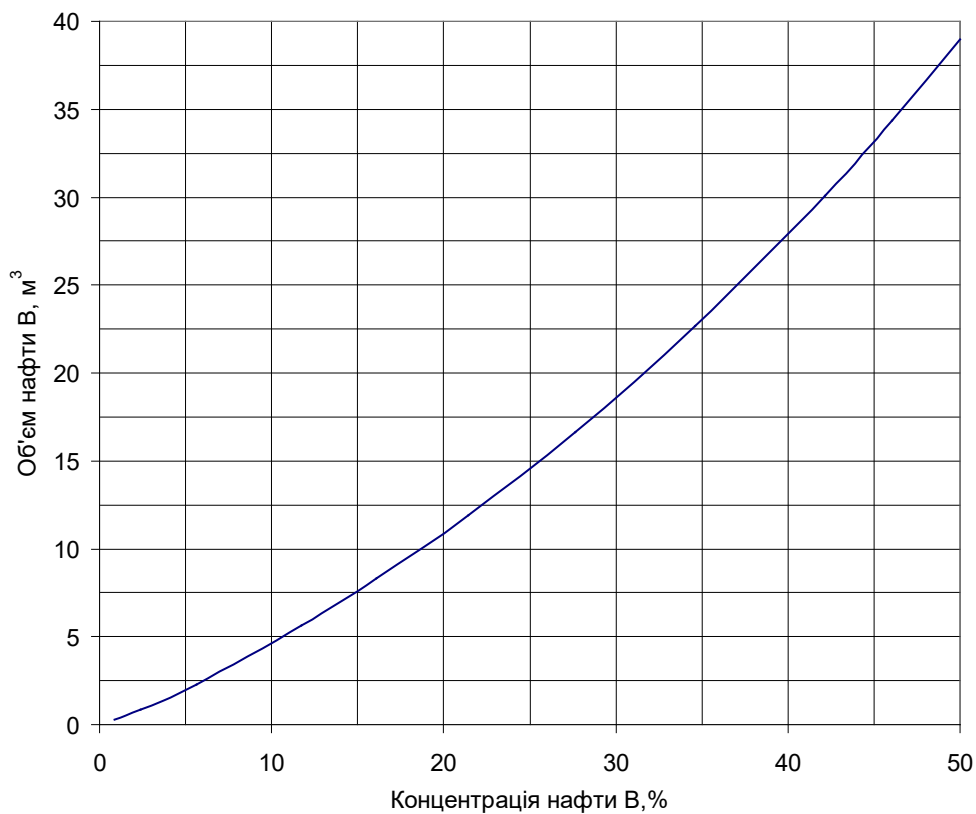


Рис. 3. Залежність об'єму нафти сорту В, який як домішка надходить у резервуари з нафтою А, від концентрації розділення суміші на дві частини в кінцевому пункті нафтопроводу

### Висновки

1. Переміщення зони контакту різносортних нафт або нафтопродуктів у процесі їх послідовного перекачування спричинює помітну зміну пропускної здатності трубопроводу. Залежність пропускної здатності нафтопроводу від положення зони контакту різносортних нафт близька до лінійної. Це впливає на розподіл концентрацій різносортних рідин по довжині зони суміші, а отже, і на об'єм суміші.

2. Шляхом розв'язування рівняння турбулентної дифузії запропонований метод урахування впливу

зміни швидкості послідовно транспортованих рідин у трубопроводі на інтенсивність їх сумішоутворення, який реалізований у комп'ютерній програмі.

3. З метою апробації розробки виконано розрахунки параметрів послідовного перекачування двох сортів нафти магістральним нафтопроводом. У результаті одержано, що урахування зміни швидкості дає змогу на 5–10% уточнити кількісні показники об'єму суміші та об'ємів домішок у резервуарах з товарними продуктами на кінцевому пункті трубопроводу.

### Література

1. Середюк М. Д., Якимів Й. В., Лісафін В. П. Трубопровідний транспорт нафти і нафтопродуктів: [підручник для ВНЗ]. — Івано-Франківськ. 2002. — 517 с.
2. Коршак А. А., Нечваль А. М. Трубопроводный транспорт нефти, нефтепродуктов и газа: [учебник для вузов]. — Уфа: ДизайнПолиграфСервис. 2005. — 515 с.
3. Фролов К. Д., Федорак М. Д. Объем смеси при последовательной перекачке подогретых вязких жидкостей / Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. — 1971. — № 1. — С 11–14.
4. Фролов К. Д., Середюк М. Д. Прием смеси в резервуары при последовательной перекачке разнородных нефтей и нефтепродуктов / Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. — 1973. — № 7. — С 12–15.
5. Фролов К. Д., Середюк М. Д. Прием смеси в резервуары при последовательной перекачке с буферным нефтепродуктом / Нефтяное хозяйство. — 1974. — № 12. — С 59–62.
6. Фролов К. Д., Середюк М. Д. Последовательная перекачка нефтепродуктов с разделительными пробками из их смеси / Нефтяное хозяйство. — 1974. — № 9. — С 49–52.
7. Люта Н. В., Середюк М. Д. Дослідження впливу нестационарності на пропускну здатність нафтопроводу при послідовному перекачуванні різносортних нафт / Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. — 2001. — № 1. — С. 53–58.
8. Середюк М. Д., Івоняк А. С. Гідравлічні розрахунки процесу витіснення нафти з першої нитки нафтопроводу Лисичанськ-Тихорецьк / Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. — 2003. — № 3(8). — С.103–108.
9. Гольянов А. И., Нечваль М. В. Смешение жидкостей в трубопроводе при изменении скорости перекачки / Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. — 1972. — № 7. — С. 5–7.
10. Середюк М. Д., Івоняк А. С. Методика розрахунку режимних та енергетичних параметрів роботи магістральних нафтопроводів / Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. — 2002. — № 1(2). — С. 50–54.
11. Григорський С. Я., Середюк М. Д. Математичне моделювання характеристик нафтових насосів за зміни обертової частоти / Міжнародний науковий журнал. — 2017. — Т. 1, № 1 (23). — С. 99–104.
12. Середюк М. Д., Григорський С. Я. Енергоефективність застосування насосів з регульованим приводом за неповного завантаження нафтопроводу / Міжнародний науковий журнал. — 2017. — Т. 1, № 2 (24). — С. 165–172.

УДК 618.19

**Яковенко Алена Викторовна**

*кандидат технических наук,*

*доцент кафедры биомедицинской кибернетики*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Yakovenko Alena**

*Candidate of Technical Sciences,*

*Associate Professor of the Department of Biomedical Cybernetics*

*National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

**Сорока Анастасия Ярославовна**

*студентка магистратуры*

*Национального технического университета Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Soroka Anastasiia**

*Master's Student of National Technical University of Ukraine*

*«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА РАЗВИТИЯ ЛЕГОЧНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ

### COMPARATIVE ANALYSIS OF FORECASTING METHODS FOR RISK ASSESSMENT OF DEVELOPMENT OF PULMONARY COMPLICATIONS

**Аннотация.** В данной статье рассматривается необходимость прогнозирования возникновения легочных осложнений у детей с врождёнными пороками сердца после операции на сердце с искусственной вентиляцией легких. Определены основные параметры, которые являются наиболее значимыми при построении математической модели. Построены модели определения возникновения легочных осложнений.

**Ключевые слова:** врожденные пороки сердца, искусственная вентиляция легких, лёгочные осложнения, бинарная логистическая регрессия, корреляция, дискриминантный анализ, метод группового учета аргументов.

**Summary.** This article discusses the need to predict the occurrence of pulmonary complications in children with congenital heart defects after heart surgery with artificial ventilation of the lungs. The main parameters that are most significant in the construction of a mathematical model are determined. Constructed models for determining the occurrence of pulmonary complications.

**Key words:** congenital heart defects, artificial ventilation of the lungs, pulmonary complications, binary logistic regression, correlation, discriminant analysis, the method of group accounting of arguments.

**Вступление.** Врожденные пороки сердца — это распространенная патология, которая обостряет высокую смертность детей в первый год их жизни. Среди врожденных пороков развития, врожденные пороки сердца находятся на первом месте [6, с. 505].

Выживаемость с этой патологией зависит, от того, как скоро был диагностирован порок и начато лечение. Единственным способом коррекции этой патологии является оперативное вмешательство.

Широкое распространение получили операции на открытом сердце в условиях искусственного кровообращения, но эти вмешательства являются не безопасными. В последнее время усилилось внимание к изучению различных осложнений, в том числе и легочных. Знание механизмов развития этих нарушений и возможности своевременного их выявления при помощи современных методов исследования позволяют наиболее рано диагностировать и корректировать развивающиеся патологические состояния.



Тяжесть состояния обусловлена угнетения местного и общего иммунитета, и как следствие, частыми инфекционными заболеваниями легких, объединенных с разными хромосомными нарушениями. Все эти показатели в значительной степени обуславливают таких пациентов к возникновению осложнений в послеоперационном периоде.

Одной из важных проблем, возникающих в раннем послеоперационном периоде, является нарушение функции дыхания и дыхательная недостаточность. Их частота составляет 8–10% после операций на сердце в условиях искусственного кровообращения [4, с. 207–210].

**Целью работы** является создание математической модели для прогнозирования наступления легочных осложнений у детей с врожденным пороком сердца в послеоперационном периоде.

**Материалы и методы.** Для достижения поставленной цели исследования проведен анализ результатов хирургического лечения 333 пациентов с врожденными пороками сердца, которым было выполнено хирургическое вмешательство. Все вмешательства выполнены в Государственном учреждении «Национальный институт сердечно-сосудистой хирургии им. Н. Н. Амосова» АМН Украины. База данных отображает состояние пациентов до операции и после операции, и наличие у пациентов легочных осложнений после операции.

Выборка в ходе исследования разделена случайным образом на обучающую выборку и тестовую выборку в соотношении 80% : 20%. Обучающая выборка использовалась при построении математических моделей, а при помощи тестовой проводилась оценка эффективности математических моделей. Средний возраст больных детей находится в диапазоне 18 месяцев: девочки от рождения до 37 месяцев, мальчики — от рождения до 36 месяцев.

Статистическая обработка материала проводилась с использованием пакетов программ IBM SPSS Statistics 23.0, GMDH Shell и Multifactor Dimensionality Reduction 3.0.2.

Была отобрана группа факторов, которые повлияли на развитие легочных осложнений в раннем послеоперационном периоде.

На первом этапе исследовались корреляционные связи факторов, влияющих на развитие легочных осложнений.

Для построения математической модели были использованы метод бинарной логистической регрессии, что позволяет рассчитывать весовые коэффициенты для качественных и количественных показателей, дискриминантный анализ, а также метод группового учета аргументов. Сравнив точность модели, была определена лучшая [1, с. 29–35].

Для анализа характера связи факторов был использован метод MDR — метод снижения факторной размерности. В нем используется алгоритм поиска, который оценивает все возможные комбинации признаков относительно исходного параметра. Влияние каждого фактора и их взаимодействие оценивается величиной энтропии, что выявлена для каждого узла и выражается в процентах, где 100% — ситуация, когда значение переменной однозначно определяет влияние, соответственно 0% — ситуация, когда переменная не влияет. На ребрах отображается значение энтропии между несколькими факторами. Все это позволяет воздействовать на исходную переменную.

**Анализ результатов.** Перед началом построения математической модели был проведен корреляционный анализ, что выявил наиболее значащие факторы. Результаты корреляционного анализа влияния факторов риска на проявление легочных осложнений у пациентов представлены в табл. 1.

Выявлены факторы, для которых корреляция значима на уровне 0,01. Отрицательное значение коэффициента корреляции говорит о наличии обратной взаимосвязи между факторами риска и наступлением легочного осложнения.

Для построения математических моделей оценки риска возникновения легочных осложнений применены методы бинарной логистической регрессии, дискриминантный анализ и МГУА. Модели,

Таблица 1

### Корреляционный анализ влияния факторов риска появления легочных осложнений у пациентов

| Показатель                                  |                 | Легочное осложнение |       |
|---------------------------------------------|-----------------|---------------------|-------|
|                                             |                 | $r^*$               | $P$   |
| Вес, кг                                     |                 | 0,289               | 0,000 |
| Рост, см                                    |                 | 0,270               | 0,000 |
| Площадь поверхности тела                    |                 | 0,292               | 0,000 |
| Заболевания дыхательной системы             | 1 — отсутствуют | 0,310               | 0,000 |
|                                             | 4 — пневмония   | -0,283              | 0,000 |
| Продолжительность ИВЛ                       | 1–1–6 часов     | 0,335               | 0,000 |
|                                             | 4 — >24 часов   | -0,415              | 0,000 |
| ДО мл (до перфузии)                         |                 | 0,258               | 0,000 |
| C stat, комплайнс статический (до перфузии) |                 | 0,224               | 0,000 |

Источник: разработка автора

полученные с помощью этих методов, дают возможность с одной стороны оценить структуру наиболее важных факторов риска наличия легочных осложнений среди больных, а с другой — определять вероятность, то есть прогнозировать возникновение легочных осложнений.

Для клинического применения выбрана математическая модель, что показала наибольшие показатели точности классификации.

Модель бинарной логистической регрессии (1) имеет следующий вид:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-z}}, \quad (1)$$

где  $z = a_m \cdot x_m + a_{m-1} \cdot x_{m-1} + \dots + a_0$ ;  $p$  — вероятность развития легочных осложнений в послеоперационном периоде;  $e$  — экспонента, основа натуральных логарифмов;  $z$  — показатель, что определяет степень влияния суммы прогностических факторов на развитие легочных осложнений;  $a_{1...m}$  — весовые коэффициенты уравнения регрессии;  $x_{1...m}$  — факторы, влияющие на развитие легочных осложнений [2].

Математическая модель прогнозирования вероятности развития легочных осложнений в раннем послеоперационном периоде после операции на обучающей выборке имеет следующий вид (2):

$$p_1 = \frac{1}{1 + e^{-z_1}}, \quad (2)$$

где

$$z_1 = -0,054 \cdot x_1 + 0,010 \cdot x_2 + 6,473 \cdot x_3 + 1,704 \cdot x_4 - 0,904 \cdot x_5 + 1,129 \cdot x_6 - 0,409 \cdot x_7 + 0,021 \cdot x_8 - 0,208 \cdot x_9 - 1,769.$$

В модель вошли следующие факторы:

$x_1$  — возраст;  
 $x_2$  — рост;  
 $x_3$  — площадь поверхности тела;  
 $x_4$  — заболевания дыхательной системы, 1 — отсутствуют;

$x_5$  — заболевания дыхательной системы, 4 — пневмония;

$x_6$  — продолжительность искусственной вентиляции легких, 1 — 1–6 часов;

$x_7$  — продолжительность искусственной вентиляции легких, 4 — >24 часов;

$x_8$  — диастолический объем мл (до перфузии);

$x_9$  — C stat, комплайнс статический (до перфузии).

На обучающей выборке было рассчитано чувствительность математической модели — 70.8% и специфичность — 86.4%. Общий процент правильно классифицированных значений составил 85.1%. Для тестовой выборки чувствительность — 66.6%, специфичность — 83.3%, точность — 81%.

Вторая модель, представленная дискриминантной функцией (3) имеет вид:

$$z = b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_0; \quad (3)$$

где  $x_{1...n}$  — показатель, что влияет на появления легочного осложнения;  $b_{1...n}$  — весовые коэффициенты уравнения.

Математическая модель прогнозирования вероятности наступления легочного осложнения, имеет следующий вид:

$$z_2 = -0,207 \cdot x_1 - 0,146 \cdot x_2 + 0,682 \cdot x_3 - 0,310 \cdot x_4 + 0,203 \cdot x_5 + 0,240 \cdot x_6 - 0,595 \cdot x_7 + 0,017 \cdot x_8 - 0,247 \cdot x_9.$$

$z_2$  — показатель, который определяет степень влияния факторов риска на развитие легочных осложнений;

$x_{1...n}$  — фактор, который влияет на развития легочных осложнений.

В модель вошли следующие факторы:

$x_1$  — возраст;

$x_2$  — рост;

$x_3$  — площадь поверхности тела;

$x_4$  — заболевания дыхательной системы, 1 — отсутствуют;

$x_5$  — заболевания дыхательной системы, 4 — пневмония;

$x_6$  — продолжительность искусственной вентиляции легких, 1 — 1–6 часов;

$x_7$  — продолжительность искусственной вентиляции легких, 4 — >24 часов;

$x_8$  — диастолический объем мл (до перфузии);

$x_9$  — C stat, комплайнс статический (до перфузии).

На обучающей выборке было рассчитано чувствительность математической модели — 57.8% и специфичность — 91.6%. Общий процент правильно классифицированных значений составил 80.4%. Для тестовой выборки чувствительность — 57.1%, специфичность — 92.8%, точность — 81%.

Третья модель, представлена методами моделирования в программе GMDH Shell, при помощи метода МГУА. Наилучшие результаты моделирования были получены путем применения метода МГУА с пошаговым добавлением аргументов [3].

Общий вид построенной модели:

$$Y1 = 0.118 + X1 \times X2 \times 0.006 + X3 \times X4 \times 0.135 + X5 \times X6 \times 0.108 + X7 \times X8 \times 0.033 + X8 \times X1 \times 0.049 + X8 \times X9 \times 0.028 + X5 \times X10 \times 0.005 + X5 \times X11 \times (-0.277) + X12 \times X11 \times (-0.457)$$

Где:

$X1$  — заболевания дыхательной системы, 1 — отсутствуют;

$X2$  — FiO<sub>2</sub>, % (начало операции);

$X3$  — пол;

$X4$  — продолжительность ИВЛ, 1 — 1–6 часов;

$X5$  — заболевания дыхательной системы, 2 — ОРВИ;

$X6$  — C stat, комплайнс статический (до перфузии);

$X7$  — вес;

X8 — заболевания дыхательной системы, 3 — бронхит;

X9 — продолжительность ИВЛ, 2 7–12 часов;

X10 — прижатие Ao или фибрилляция;

X11 — хромосомная и генетическая патология, 1 — нет;

X12 — площадь поверхности тела.

На обучающей выборке было рассчитано чувствительность математической модели — 71.8% и специфичность — 94.2%. Общий процент правильно классифицированных значений составил 79.6%. Для тестовой выборки чувствительность — 72.7%, специфичность — 92.9%, точность — 83.9%.

Сравнив результаты точности математической модели для экзаменационной выборки, можно сделать вывод, что модель построена методом МГУА с пошаговым добавлением компонентов имела наибольшую точность, и она равна 83.9%.

Отсутствие в модели некоторых значимых факторов, говорит о том, что отсутствующие факторы поддерживают значимые показатели на должном уровне.

Анализ признаков, непосредственно связанных с факторами риска, приводит к необходимости самостоятельного анализа большого числа вариантов для построения большого числа моделей разного уровня. Этого можно избежать с помощью метода MDR, что помогает выявить иерархию взаимосвязей факторов риска и сами систематические связи.

Граф между факторных взаимодействий в группах больных отражает силу влияния отдельных факторов риска на развитие легочных осложнений

с помощью показателя энтропии. Наибольшее влияние имеют факторы с максимальным процентом энтропии, представлены на рис. 1.

Анализ уровня энтропии (рис. 1), показал, что наиболее значимыми факторами риска развития легочных осложнений являются те же параметры что и при построении модели методом МГУА.

Метод является удобным, во-первых, для определения факторов, которые сильно влияют на исходную признак — наступление легочных осложнений; во-вторых, для определения факторов, влияющих на факторы, связанные с наступлением легочных осложнений, и подвергаются терапевтической коррекции.

Таким образом, метод значительно облегчает разработку системы терапевтических мероприятий, направленных на предотвращение возникновения легочных осложнений среди больных с вмешательством на сердце в анамнезе.

**Вывод.** Оценка риска наступления легочных осложнений дает возможность правильно назначать лечение и предотвращать развитие в послеоперационном периоде.

Построена математическая модель определения вероятности возникновения легочных осложнений у детей с врожденными пороками сердца, полученная методом МГУА. Эффективность данной модели — 83.9%. Построен граф между факторных взаимосвязей методом MDR, что дает полную информацию о взаимосвязи факторов, влияющих на возникновение легочных осложнений в послеоперационном периоде.

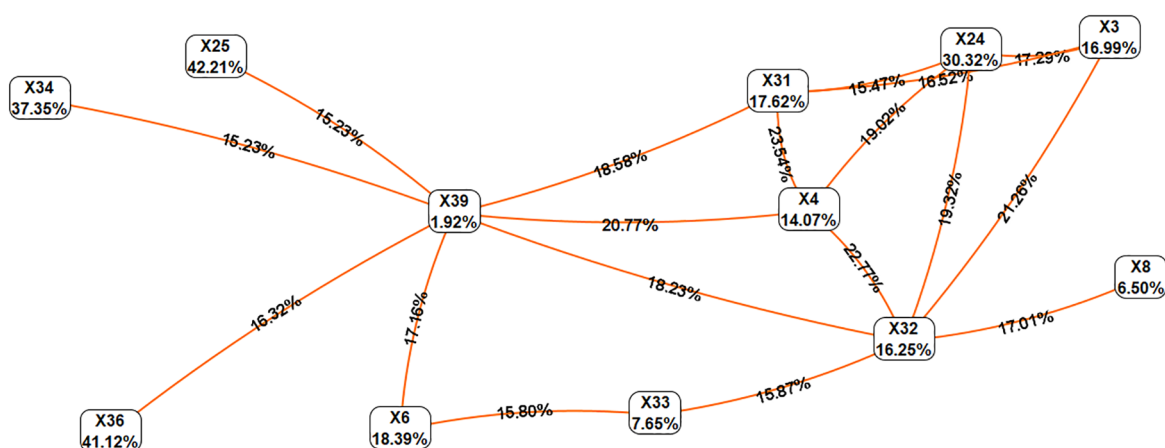


Рис. 1. Граф между факторных взаимодействий, которые влияют на возникновения легочных осложнений  
 Обозначения: X3 — пол; X4 — вес; X6 — площадь поверхности тела; X8 — C stat, комплайнс статический (до перфузии); X24 — прижатие Ao или фибрилляция; X25 — заболевания дыхательной системы, 1 — отсутствуют; X31 — заболевания дыхательной системы, 2 — ОРВИ; X32 — заболевания дыхательной системы, 3 — бронхит; X33 — продолжительность ИВЛ, 1–6 часов; X34 — продолжительность ИВЛ, 2 7–12 часов; X36 — хромосомная и генетическая патология, 1 — нет; X39 — FiO<sub>2</sub>, % (начало операции).

Источник: разработка автора

**Литература**

1. Койчубенков Б. К., Сорокина М. А., Мхитарян К. Э. Математические методы прогнозирования в медицине. — 2014. — № 4.
2. Логистическая регрессия и ROC-анализ — математический аппарат [Электронный ресурс]. — basegroup — Режим доступа: <https://basegroup.ru/community/articles/logistic>.
3. Метод группового учёта аргументов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Метод\\_группового\\_учета\\_аргументов](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Метод_группового_учета_аргументов).
4. Мошковская Л. В., Труба Я. П., Бойко С. Н. и др. Анализ защиты легких у детей с врождёнными пороками сердца на протяжении операции с искусственным кровообращением / Вестник сердечно-сосудистой хирургии. — 2014.
5. СПСС (SPSS): искусство обработки информации / Под редакцией А. Бююль, П. Цёфель. — Москва, Санкт-Петербург, Киев: ТИД «DiaSoft», 2005.
6. Non — lobar atelectasis generates inflammation and structural alveolar injury in the surrounding healthy tissue during mechanical ventilation / J. Retamal, B. Bergamini, A. R. Carvalho [et al.] // Crit. Care. — 2014. — Vol. 18.



УДК 811.111'255

**Драб Наталія Леонідівна**

*кандидат педагогічних наук,*

*доцент кафедри іноземних мов і міжкультурної комунікації*

*Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана*

**Драб Наталья Леонидовна**

*кандидат педагогических наук,*

*доцент кафедры иностранных языков и межкультурной коммуникации*

*Киевский национальный экономический университет имени Вадима Гетьмана*

**Drab Nataliia**

*PhD in Pedagogy, Associate Professor of the*

*Department of Foreign Languages and Intercultural Communication*

*Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman*

**Костюк Тетяна Олександрівна**

*старший викладач кафедри іноземних мов і міжкультурної комунікації*

*Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана*

**Костюк Татьяна Александровна**

*старший преподаватель кафедры*

*и иностранных языков и межкультурной коммуникации*

*Киевский национальный экономический университет имени Вадима Гетьмана*

**Kostiuk Tetiana**

*Master, Senior Lecturer of the*

*Department of Foreign Languages and Intercultural Communication*

*Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman*

DOI: 10.25313/2520-2057-2018-20-4385

## ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ АНГЛІЙСЬКОГО ПЕРЕКЛАДУ МАТЕМАТИЧНИХ ТЕКСТІВ

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНГЛИЙСКОГО ПЕРЕВОДА МАТЕМАТИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ

## SOME FEATURES OF THE ENGLISH TRANSLATION OF MATHEMATICAL TEXTS

**Анотація.** Наведено приклади, коли при перекладі математичного тексту з'являється дилема. Представлено випадки, коли англійське слово має різноманітність сенсів в українській мові і навпаки для перекладу з української на англійську теж присутня неоднозначність, що обумовлюється розумінням контексту. Досліджується, що науково-математичні тексти вимагають точного перекладу з використанням відповідних лексичних еквівалентів у мові перекладу. Наведено приклади неоднозначних перекладів і показано, що для вірного перекладу потрібно зрозуміти не тільки сенс, а і контекст. Показано, що значну роль в математичній літературі грають слова, що створюють логічні зв'язки між окремими елементами висловлювань. Показано, що усім текстам математичного характеру притаманні такі риси: чіткий і короткий характер викладу, логічна послідовність інформації, однозначність і конкретність при трактуванні фактів. Доведено, що перекладач, який працює з математичним текстом, повинен враховувати деякі особливості перекладу і повинен розбиратися не тільки в питаннях лінгвістики і в математичних дисциплінах, а ще й розбиратися в математичній термінології, вміти працювати з інформаційними джерелами.

**Ключові слова:** математичні терміни, неоднозначність, дилема, контекст перекладу, елементи висловлювань.

**Аннотация.** Приведены примеры, когда при переводе математического текста появляется дилемма. Представлены случаи, когда английское слово имеет разнообразие смыслов в украинском языке и наоборот для перевода с украинского на английский тоже присутствует неоднозначность, что объясняется пониманием контекста. Исследуется, что научно-математические тексты требуют точного перевода с использованием соответствующих лексических эквивалентов в языке перевода. Приведены примеры неоднозначных переводов и показано, что для верного перевода нужно понять не только смысл, а и контекст. Показано, что значительную роль в математической литературе играют слова, создающие логические связи между отдельными элементами высказываний. Показано, что всем текстам математического характера присущи следующие черты: четкий и короткий характер изложения, логическая последовательность информации, однозначность и конкретность при трактовке фактов. Доказано, что переводчик, работающий с математическим текстом, должен учитывать некоторые особенности перевода и должен разбираться не только в вопросах лингвистики и в математических дисциплинах, но и разбираться в математической терминологии, уметь работать с информационными источниками.

**Ключевые слова:** математические термины, неоднозначность, дилемма, контекст перевода, элементы высказываний.

**Summary.** The article provides examples when a dilemma appears in the translation of a mathematical text. There are cases where the English word has a variety of meanings in the Ukrainian language, and vice versa, for the translation from Ukrainian to English, there is also a controversy due to the understanding of the context. It is explored that scientific and mathematical texts require precise translation using the corresponding lexical equivalents in the language of translation. Examples of ambiguous translations are shown, and it is shown that for the correct translation one needs to understand not only the meaning but also the context. It is shown that a significant role in mathematical literature is played by words that create logical connections between individual elements of statements. It is shown that all texts of a mathematical nature have the following features: clear and brief nature of the presentation, logical sequence of information, unambiguousness and concreteness in the treatment of facts. It is proved that the translator working with the mathematical text must take into account some features of the translation and must deal not only with questions linguistics and in mathematical disciplines, but also to understand mathematical terminology, to be able to work with information sources.

**Key words:** mathematical terms, ambiguity, dilemma, context of translation, elements of expression.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Перекладач, який займається математичним перекладом на англійську мову, повинен володіти як українською, так і англійською мовою, розбиратися в математичній термінології, вміти працювати з інформаційними джерелами. Науково-математичні тексти вимагають точного перекладу з використанням відповідних лексичних еквівалентів в мові перекладу. Але в процесі англійського перекладу виникають деякі особливості, які потрібно враховувати.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Основні особливості перекладу математичних текстів проявляються в обов'язковому знанні перекладачем всіх термінів, які стосуються конкретної області перекладу. Фахівець, який працює з математичним текстом, повинен розуміти не тільки зміст перекладних слів, а й враховувати всі нюанси їх застосування [1; 8]. Серед актуальних проблем сучасного перекладу англійською мовою важливе місце займає розвиток такої галузі, як переклад наукових текстів [2; 9]. Даний вид перекладацької діяльності користується попитом [3]. В процесі перекладу математичних

Таблиця 1

Особливості перекладу

| Термін                                           | Можна перекласти                                          | Правильний переклад по англійськи                        |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Просте число                                     | Simple number                                             | Prime number                                             |
| Алгебраїчна багатоманітність                     | Algebraic manifold                                        | Algebraic variety                                        |
| Компактний                                       | Compact                                                   | Compactum<br>Compact set                                 |
| Узагальнені функції                              | Generalized functions (distributions)                     | Generalized solutions<br>(in the sense of distributions) |
| Визначення — коректно                            | This definition is correct<br>(це визначення — правильне) | This notion is well-defined                              |
| Параграф                                         | Paragraph (абзац)                                         | Section                                                  |
| Карта<br>(у контексті диференціальної топології) | Map (відображення, а не карта)                            | Chart                                                    |
| Блок-схема                                       | Block- scheme                                             | Flowchart                                                |
| Момент количества движения                       | Moment of movement                                        | Angular momentum                                         |

текстів на англійську мову синоніми використовуються в окремих випадках [4; 5]. Зазвичай усім текстам математичного характеру притаманні такі риси: чіткий і короткий характер викладу, логічна послідовність інформації, однозначність і конкретність при трактуванні фактів [6; 7].

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Представити деякі математичні терміни та особливості їх перекладу. Дослідити трактування контексту перекладу деяких математичних термінів з англійської та української мов. Привести приклади неоднозначних перекладів.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.**

В табл. 1 представлено деякі математичні терміни та особливості їх перекладу.

Наведемо приклади, коли при перекладі з'являється дилема (Рис. 1). Наприклад, не можна перевести Poincare problem як завдання Пуанкаре, потрібно перекласти, як проблема Пуанкаре.

Бувають ситуації, коли англійське слово має багато різних сенсів в українській мові. Так, в англійському є *place, locus, spot, position*, яке по-українськи переводиться як місце. І щоб перевести його правильно потрібно зрозуміти контекст і сенс. Геометричне місце — це *geometric locus*. Ще явище має місце переводиться як *the phenomenon occurs*. Або

навіпаки для перекладу з української на англійську теж присутня неоднозначність, що обумовлюється розумінням контексту (Рис. 2).

Цікаво, що слово *деякий* має подвійний переклад — *some* та *certain*. Вони мають різний зміст, але в математичному сенсі це розуміється однаково. І той і інший в формальній математиці переводяться квантором існування. Але за змістом, коли ми говоримо *some*, це значить щось. А *certain* значить деякі, цілком певні. У фразі *proving some theorems* ми, мовляв, доводимо якісь теореми. *Some conditions* означає при якихось умовах, а *certain conditions* — при цілком певних.

Наведемо приклади неоднозначних перекладів. Розглянемо переклад слова *boundary*. По-українськи це можна перекласти, як: межа і край. Наприклад, *boundary of the manifold* — край різноманіття. А в математичних текстах межа області, це теж *boundary*, але не край.

Наприклад по-українськи слово критерій можна перекласти по-англійськи неоднозначно: *criterion* або *test*. Цікаво, що головний критерій є терміном з теорії ймовірностей, тому його потрібно перекладати як *key factor*, а не як *criterion*. Ще один термін *pullback*. Це важливий термін, який часто зустрічається. Деякі автори використовують термін зворотний образ. Але, загалом, не дуже зрозуміло, що це означає. *Pullback* по-англійськи є терміном

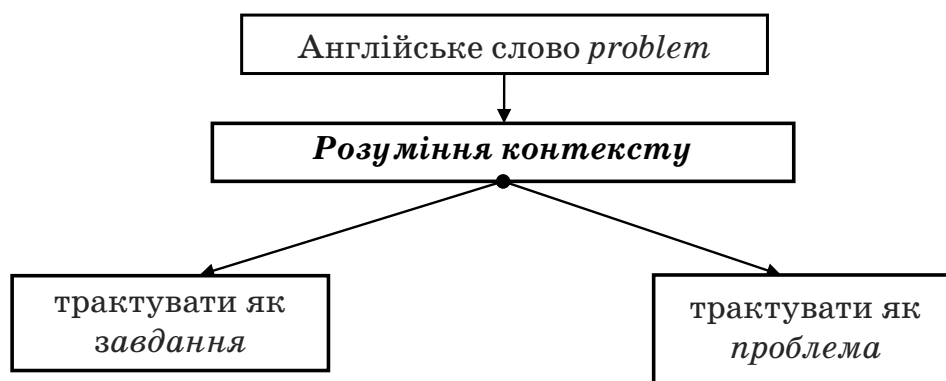


Рис. 1. Розуміння контексту перекладу з англійської мови

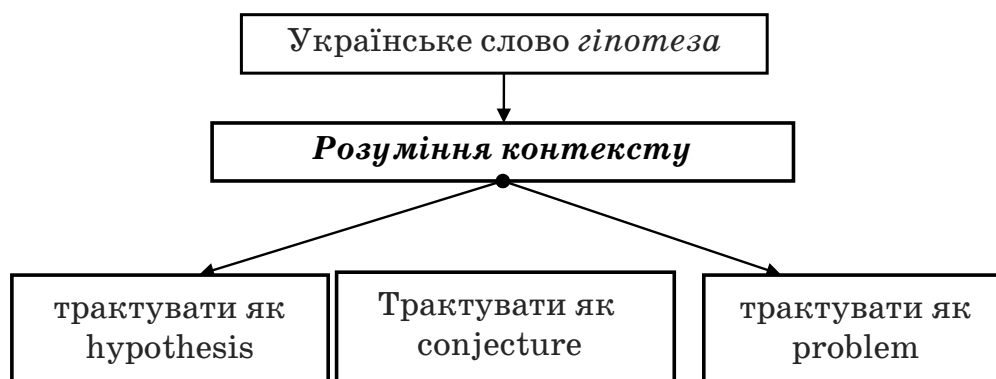


Рис. 2. Розуміння контексту перекладу з української мови

у теорії вузлів — crossing change. Бувають ситуації, коли англійське слово має багато різних сенсів в українській мові [3]. Так, в англійському є place, locus, spot, position, яке по-українськи переводиться як місце. І щоб перевести його правильно потрібно зрозуміти контекст і сенс. Геометричне місце — це geometric locus. Ще явище має місце переводиться як the phenomenon occurs.

Значну роль в математичній літературі грають слова, що створюють логічні зв'язки між окремими елементами висловлювань, такі як *on, upon, before, beside, instead of, in preference of, from, except for, in addition, together with, owing to, due to, thanks to, by means of, in accordance with, in connection,*

*for the purpose of, in order to* і інші. Крім того часто вживаються прислівники типу *also, now, however, thus, again,*

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.** Таким чином, перекладач, який працює з математичним текстом, повинен враховувати деякі особливості перекладу і повинен розбиратися не тільки в питаннях лінгвістики, а й в математичних дисциплінах. В ситуаціях багатозначності перекладу одного слова як з української мови так і з англійської необхідно чітко дотримуватися стандартів математичного тексту, пізнавати історію розвитку математичного поняття та бажано мати математичну освіту.

### Література

1. Блудова Т. В. Практикум з аналітичної геометрії [Текст]: навч. посіб. для студ. вищих навч. Закл. — Л.: ЛБІ НБУ, 2004. — 216 с.
2. Мартиненко В. С. Теорема Маскероні в геометрії Лобачевського. — Доп. АН УССР, 1982, серія А, № 1, с. 22–27.
3. Бондарчук Л. І. Культура ділового мовлення: Навчальний посібник. 2-е видання доповнене і перероблене. — Житомир: ПП «Рута», в-во «Волинь», 2008. — 244 с.
4. Раєвська Н. М. Englishlexicology — Київ, 2001. — 234 с.
5. Сухенко К. М. Лексичні проблеми перекладу. — Київ. Нац. Універ. Ім. Тараса Шевченка, 2002. — 87 с.
6. Тимченко І. І., Головченко Г. Т., Дерев'янко І. В., Остапенко Г. І. Теорія і практика перекладу — Харків, 2006. — 284 с.
7. Циткіна Ф. О. Термінологія й переклад. — Львів: ВЛІ, 2003. — 187 с.
8. Блудова Т. В. Теорія ймовірностей. Львів. — Л.: ЛБІ НБУ, 2005. — 318 с.
9. Шевченко Й. С. Лінгвістичні й дидактичні проблеми іншомовної комунікації. — Харків: Константа, 2002. — 86 с.

### References

1. Bludova T. V. Praktykum z analytychnoyi heometriyi [Tekst]: navch. posib. dlya stud. vyshchych navch. Zakl. — L.: LBI NBU, 2004. — 216 s.
2. Martynenko V. S. Teorema Maskeroni v heometriyi Lobachevs'koho. — Dop. AN USSR, 1982, seriya A, № 1, s. 22–27.
3. Bondarchuk L. I. Kul'tura dilovoho movlennya: Navchal'nyy posibnyk. 2-e vydannya dopovnene i pereroblene. — Zhytomyr: PP «Ruta», v-vo «Volyn'», 2008. — 244 s.
4. Rayevs'ka N. M. Englishlexicology — Kyiv, 2001. — 234 s.
5. Sukhenko K. M. Leksychni problemy perekladu. — Kyiv. Nats. Univer. Im. Tarasa Shevchenka, 2002. — 87 s.
6. Tymchenko I. I., Holovchenko H. T., Derevyanko I. V., Ostapenko H. I. Teoriya i praktyka perekladu — Kharkiv, 2006. — 284 s.
7. Tsytkina F. O. Terminolohiya y pereklad. — L'viv: VLI, 2003. — 187 s.
8. Bludova T. V. Teoriya ymovirnostey. L'viv. — L.: LBI NBU, 2005. — 318 s.
9. Shevchenko Y. S. Linhvistychni y dydaktychni problemy inshomovnoyi komunikatsiyi. — Kharkiv: Konstanta, 2002. — 86 s.



УДК 82-36(430):316.346.2

**Мовчан Діана Василівна**

*кандидат філологічних наук,  
доцент кафедри германської філології  
Сумський державний університет*

**Мовчан Диана Васильевна**

*кандидат филологических наук,  
доцент кафедры германской филологии  
Сумской государственной университет*

**Movchan Diana**

*Candidate of Philological Sciences,  
Associate Professor of Department of Germanic Philology  
Sumy State University*

**Мага Анна Валеріївна**

*студентка  
Сумського державного університету*

**Мага Анна Валерьевна**

*студентка  
Сумского государственного университета*

**Maha Anna**

*Student of the  
Sumy State University*

## **СТЕРЕОТИПІЗАЦІЯ ГЕНДЕРНИХ РОЛЕЙ ЧОЛОВІКА ТА ЖІНКИ В НІМЕЦЬКОМУ АНЕКДОТІ**

## **СТЕРЕОТИПИЗАЦИЯ ГЕНДЕРНЫХ РОЛЕЙ МУЖЧИНЫ И ЖЕНЩИНЫ В НЕМЕЦКОМ АНЕКДОТЕ**

## **STEREOTYPING OF GENDER ROLES OF A MAN AND A WOMAN IN A GERMAN JOKE**

**Анотація.** Стаття присвячена стереотипізації гендерних ролей чоловіка та жінки в німецькому анекдоті. Дослідження фокусується на особливостях прояву стереотипізації гендерних ролей в німецькому анекдоті, який є відображенням сучасної мовної картини світу та джерелом формування гендерних стереотипів.

**Ключові слова:** гендер, мовна картина світу, стереотип, сексизм, гендерні упередження, анекдот.

**Аннотация.** Статья посвящена стереотипизации гендерных ролей мужчины и женщины в немецком анекдоте. Исследование фокусируется на особенностях проявления стереотипизации гендерных ролей в немецком анекдоте, который является отображением современной языковой картины мира и источником формирования гендерных стереотипов.

**Ключевые слова:** гендер, языковая картина мира, стереотип, сексизм, гендерные предубеждения, анекдот.

**Summary.** The article is devoted to the stereotyping of gender roles of a man and a woman in a German anecdote. The research focuses on identifying the features of the stereotyping of gender roles in the German anecdote which is the reflection of the modern linguistic world image and a source of gender stereotypes.

**Key words:** gender, linguistic world image, stereotype, sexism, gender bias, anecdote.

**Постановка проблеми.** Мова є одним із найпопулярніших засобів відтворення сексизму та гендерної дискримінації. Зокрема, консенсусна норма, згідно з якою прототип людини є чоловік, вбудована в структуру багатьох мов. Гендерна асиметрія яскраво виражена в анекдотах масової свідомості. У них об'єкт висміювання стає зрозумілішим та ближчим. Та саме анекдоти відображають основні стереотипи.

Дослідження феномену гендерних стереотипів в мові привернуло увагу А. В. Кириліної, Т. В. Говоруна, О. М. Кікінежді, І. С. Кльоциної. Їхні праці стали поштовхом до початку розуміння гендерних стереотипів як частини концепту гендерної ідентичності. Особливості функціонування анекдотів, їх функції досліджували К. Ф. Седов, О. Д. і Є. О. Шмельови.

Актуальність теми дослідження полягає у важливості виявлення гендерних стереотипів для зменшення їх впливу на формування цілісної картини світу, а саме спрощених та стандартизованих образів чоловіки та жінки.

**Мета статті** — проаналізувати процеси і причини формування гендерних стереотипів у мові та виявити способи їх прояву в німецьких анекдотах.

**Виклад основного матеріалу.** Проблеми ізоляції мовної поведінки, пов'язані з впливом гендеру, відображені в численних підходах до визначення гендеру та аналізу його здатності будувати мову. У процесі розвитку суспільства відбулося розмежування понять стать та гендер. Перше відноситься до біологічних та фізіологічних характеристик особи. Друге включає комплекс соціальних, моральних, культурних та психологічних норм поведінки, які повинні бути властиві представнику певної статі.

А. В. Кириліна визначає гендер як соціальну стать на відміну від біологічної, яка продукується у процесі соціальної, культурної і мовної практики. Гендерний фактор, який враховує природну стать людини і її соціальні «наслідки», є однією з істотних характеристик особистості і протягом усього життя впливає на її усвідомлення своєї ідентичності, а також на ідентифікацію суб'єкта-мовця іншими членами соціуму [1, с. 41]. Відповідно до теорії соціальної ролі, гендерні стереотипи походять з гендерно-типових соціальних ролей і, таким чином, відображають статевий розподіл праці та гендерну ієрархію суспільства. Чоловіки та жінки історично мали різні соціальні ролі.

Українські психологи Т. В. Говорун та О. М. Кікінежді визначали гендерні стереотипи як «спрощені, стандартизовані, стійкі, емоційно-насичені, ціннісно означені полярні за знаком оцінки, жорстко фіксовані образи чоловіка та жінки як спонукають до певного ставлення» [2]. Зміст гендерних стереотипів визначається характеристиками та діями, що вимагаються від представників певної статі у їх професіях та сімейних ролях [5]. У свою чергу ці очікування призводять до нормативного тиску

починаючи з дитинства, щодо того, яка має бути поведінка, професія, стосунки в сім'ї.

Матеріалом дослідження стали колекції жартів в Інтернеті, оскільки однією з форм прояву гендерних стереотипів є анекдот. К. Ф. Седов зазначав, що анекдот є ефективним засобом впливу, коли використовується в потрібній ситуації, викликаючи необхідну асоціацію [6, с. 37]. Саме в них можна просто та ненав'язливо закріпити певний стереотип — об'єкт насмішки стає зрозумілим.

Одна з головних характеристик анекдотів — комунікативна стереотипність, яка формує певну оцінку картинку у свідомості [7, с. 21]. Проаналізовані лише такі анекдоти, в яких об'єктом жарти є чоловік або жінка. Одним з результатів стало те, що анекдоти про жінок (особливо про блондинок) показують чоловічий ідеал привабливої, сексуальної, сильної та бажаної жінки, натомість жарти про чоловіків зображують їх непотрібними та ні на що не здатними.

Іронія на тему відносин чоловіка та жінки, сімейного життя існувала навіть в Середньовіччі. Зокрема яскраво це можна прослідкувати на прикладах літературних творів, особливо в образі міщани. Наприклад анонімний автор фарсу «Лохань» зображує дружину «тираном», чоловік якої змушений виконувати всі домашні обов'язки [5]. Можна стверджувати, що сучасні анекдоти багато чого запозичили з цих творів, спираючись на велику кількість подібностей. У сучасних анекдотах така іронічна зміна ролей не є чимось новим:

*Ein echter Mann in seinem Leben sollte ein Haus bauen, einen Baum pflanzen und einen Sohn großziehen. Und eine echte Frau muss diese drei Wünsche eines Mannes erfüllen* [8].

Особливістю стереотипів є те, що вони дуже міцно вкорінюються в нашої свідомості та свідомо чи несвідомо впливають на людей. Вони бувають індивідуальні та масові. Саме останні є величезною перешкодою до встановлення гендерної рівності.

Всі гендерні стереотипи можна умовно поділити на декілька видів відповідно до того, які риси вони зображують.

До першого виду відносяться ті, які відповідають теорії трьох «К» «Kinder, Küche, Kirche». Цей стійкий вираз відображає основні консервативні уявлення німців про соціальну роль жінки у суспільстві. У всіх інших сферах діяльності жінка вважається поганим спеціалістом. Це призводить до постійного тиску при намаганні отримати роботу. Дуже часто об'єктом насмішок стають, наприклад, секретарки, які зображуються наївними, дурними та ні на що нездатними:

*Schreit der Direktor seine Sekretärin an:*

*«Seit wann wird denn «Physikalisch» mit dem «F» geschrieben?»*

*Sie: «Was kann ich dafür, wenn im Computer das «V» kaputt ist»* [8].

Жінок як і раніше сприймають в якості ляльок, особливо блондинок:

*Hält eine Polizistin eine Blondine an und bittet um Vorlage des Führerscheins.*

*Die Blondine: «Führerschein? Was ist das? Wie sieht der aus?»*

*«Das ist das, wo ihr Lichtbild drinnen ist. Die Blondine kramt in ihrer Tasche um und entdeckt sich in ihrem Taschenspiegel, den sie daraufhin der Polizistin gibt. Diese klappt den Spiegel auf und stottert:*

*«Entschuldigung, wenn ich gewusst hätte, dass sie Polizistin sind, hätte ich sie nicht angehalten!» [9].*

Дуже часто це виходить навіть за сферу роботи:

*Sie: Das Auto ist kaputt. Es hat Wasser im Vergaser.*

*Er: Wasser im Vergaser? Das ist doch lächerlich!*

*Sie: Ich sag dir: Das Auto hat Wasser im Vergaser!*

*Er: Du weißt doch nicht mal, was ein Vergaser ist!*

*Ich werde das mal überprüfen. Wo ist das Auto?*

*Sie: Im pool [8].*

Жінки в таких анекдотах зазвичай не тільки зображуються поганими водіями, але й взагалі такими, які нічого не розуміють у найпростіших речах. Проте цей стереотип стосується в такій же мірі і чоловіків, які часто порівнюються з дітьми через свою безпорадність та несамотійність:

*Ein Mann ruft seinen Freund an: «Du, ich bin Genie! Mein neues Puzzle habe ich innerhalb drei Monate erst gelöst. Auf der Schachtel steht aber von 3 bis 5 Jahre...» [9].*

Анекдоти про сімейне життя надзвичайно популярні в повсякденному житті, тому мало хто задуму-

ється над їх значенням у сучасній культурі, а також над тим, чому вони привертають все більше уваги. Чоловіки жартують про відсутність жіночої логіки, злу тещу, а жінки про чоловіків, які не можуть дати собі раду і повністю залежать від них:

*Der Mann kommt um zwei Uhr nachts nach Hause.*

*Frau: «Ich habe dir gesagt, dass du zwei Bier trinken darfst, und um zehn*

*Uhr nach Hause kommen sollst.»*

*Mann: «Oh! Da habe ich wohl die beiden Zahlen [8].*

**Висновок.** Зміст гендерних стереотипів визначається характеристиками та діями, що вимагаються від представників певної статі у їх професіях та сімейних ролях. У свою чергу ці очікування призводять до нормативного тиску починаючи з дитинства, щодо того, яка має бути поведінка, професія, стосунки в сім'ї. Процес гендерної соціалізації передбачає диференціювання за статевими ознаками, що в свою чергу веде до недостатньої самореалізації людини в певній життєвій сфері, яка стереотипно не схвалюється для представників певної статі. Одним із виявів цього процесу є створення анекдотів, які в свою чергу ненав'язливо та іронічно відображають гендерні стереотипи. Вони закріплюють в масовій свідомості в основному негативні якості, висміюють нездатність жінок мислити логічно, працювати на високих посадах, так само як і чоловічу безпорадність, несамотійність.

Тема дослідження буде актуальною до тих пір, поки не буде повністю знівелюваний вплив гендерних стереотипів на людську свідомість.

### Література

1. Кирилина А. В. Гендерные аспекты языка и коммуникации: Дис. доктора филол. наук: 10.02.19 / А. В. Кирилина. — М., 2000. — 369 с.
2. Говорун Т., Кикинежди О. Гендер у соціально-психологічному вимірі: Ч. 1 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://helsinki.org.ua/index.php?id=1200305760>.
3. Клецина И. Гендерная идентичность и права человека: психологический аспект [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.genderstudies.info/psihol/psyho14.php>
4. Осипова Д. С. Образ женщины в анекдоте — связь эпох [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [www.anthropology.ru](http://www.anthropology.ru)
5. Седов К. Ф. Анекдот / К. Ф. Седов // Антология речевых жанров: повседневная коммуникация. — М.: Лабиринт, 2007. — С. 137–149.
6. Шмелева Е. Я. Русский анекдот: текст и речевой жанр / Е. Я. Шмелева, А. Д. Шмелев. — М.: Яз. славян. культуры, 2002. — С. 21.
7. Анекдоты на немецком [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://startdeutsch.ru/interesno/o-germanii-i-nemtsakh/661-anekdoty-na-nemetskom>
8. Die besten Beziehungswitze [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.programmwechsel.de/lustig/mann-frau/>

**Kotsur Denys***Student of the**National Technical University of Ukraine**“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”***Obushenko Tatiana***Senior Lecturer**National Technical University of Ukraine**“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”***Tolstopalova Natali***Candidate of Technical Science**National Technical University of Ukraine**“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”*

## SOLVENT SUBLATION OF NICKEL IONS FROM WASTEWATER

**Summary.** To investigate the process of the solvent sublation of nickel, to make the choice of extractant, surfactant, pH, molar ratio of metal: surfactant.

**Key words:** solvent sublation, extractant, isoamil alcohol, nickel.

Development of industry is accompanied by the emergence of number new environmental problems. So, one of them is the pollution of water bodies with industrial wastewater that contain toxic metals. One of the main sources of pollution of surface waters by heavy metals is wastewater from galvanic production, as well as wastewater from enrichment plants. Heavy metals are belonged to the most biologically unsafe environmental pollutants. The rate of heavy metal in drinking water, namely nickel, is not more than  $0.1 \text{ mg} / \text{dm}^3$ . Heavy metals when released into the water with sewage disrupt the course of natural processes and reduce the quality of natural waters.

Another problem is the loss of valuable components as a result of wastewater treatment. To remove heavy metal ions from the wastewater of galvanic production, reagent purification methods are used mainly, the main disadvantage of which is the irrevocable loss of valuable components and the need to dispose of a large amount of wet sludge. A promising method is solvent sublation, as a method of separation and concentration, finds its application in the purification of wastewater from organic and inorganic impurities in dissolved form and in the form of insoluble in water compounds, and in analytical chemistry as a method of quantitative determination of metal traces and surface-active substances [1, p. 3–23]. By solvent sublation is intended such a flotation process in which the floated substance (sublat) is concentrated in a thin layer of organic water-immiscible liquid on the surface of the

aqueous phase. The following advantages of solvent sublation should be noted:

- the ability to work with large volumes of water, the concentration of which can easily exceed the ratio of 100:1;
- the active substance is carried away by gas bubbles and enters the upper layer of the hydrophobic liquid without mixing the phases. Thus, the separation process provides a selectivity potentially greater than other flotation processes;
- an equilibrium process of substance transfer that is typical for extraction, in solvent sublation is possible only at the interface, and not in volume, i.e. the solvent sublation is non-equilibrium and is not limited by the distribution constant. Therefore, the extraction of small quantities of elements can theoretically reach 100%;
- in many cases, the fact that the extracted substance is concentrated in the organic phase greatly facilitates it's further treatment.

The process of solvent sublation was carried out in a glass column. It had a length of 50 cm with an initial diameter of 3.5 cm and had 2 access ports. Gas bubbles were generated in Schott filters with porosities of 40 and 100  $\mu\text{m}$ . Compressed air was supplied by the compressor and moved through the filter from the bottom of the flotation unit column. The gas velocity was measured by a flow meter. Isoamyl alcohol was used as an organic solvent; an alcoholic solution of sodium stearate was used as a surfactant. Sodium stearate is a



salt of sodium and stearic acid with formula  $\text{NaC}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2$  (on Fig.1 is shown structure). The surfactant was chosen because it met the following criteria: it forms a poorly soluble hydrophobic compound sublat with the metal; dissolves in the organic phase; anion-active nature (the metal under study is in solution in cationic form); has hydrophobic properties. In this process, an alcohol solution of sodium stearate was used, since it is known that surfactants form true solutions in alcohols (critical micelle concentration 0.025–0.03 mol/dm<sup>3</sup>).

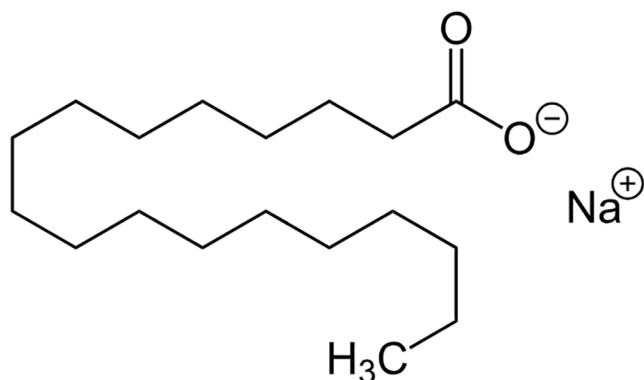


Fig. 1. Structure of sodium stearate [2]

The process was conducted in a such way: a surfactant was added to the model nickel solution with a volume of 200 cm<sup>3</sup> to form a metal-surfactant complex; the solution contained 10 mg/dm<sup>3</sup> of nickel and placed in a flotation column; 10 cm<sup>3</sup> of isoamyl alcohol was added directly to the column; then a timer was started and samples of the aqueous solution were taken for analysis at certain points in time. The pH of the solution was measured by using a Portlab 102 pH meter. The UV-visible spectra of sample solutions were measured using a Portlab 501 scanning spectrophotometer.

Research has established the existence of several major factors affecting the intensity of the process

[3, p. 48]. Some of them are due to the characteristics of the water (pH, ionic strength) and organic (type of organic solvent and it's volume) phases, others are the operational factors of the process (temperature, process duration, air flow).

The experiment was conducted under the conditions of the maximum permissible gas flow rate (50 cm<sup>3</sup>/min).

The concentration of nickel in the aqueous phase was measured every 5 minutes for 30 minutes. As the graph shows (Fig. 2), the optimal duration of the process for Schott filter pores with a diameter of 40 and 100 μm was 15 minutes at 81% and 75.6% nickel removal, respectively.

Another factor affecting the degree of extraction is the pH of the nickel initial solution. As can be seen from the graph (Fig. 3), the highest degree of metal removal for both pore diameters is achieved at pH 10.1.

An important parameter for the process under study is the molar ratio of metal-surfactant. The graph (Fig. 4) shows the results of experiments with the following metal-surfactant ratios: 1:1; 1:1.5; 1:2; 1:2.5; 1:3. The highest degree of removal was 81% with a metal-surfactant ratio of 1: 2 and porosity of 40μm.

In this report was analyzed the problem of water pollution with heavy metals, in particular nickel. Solvent sublation method was proposed, using isoamyl alcohol as an organic solvent and an alcohol solution of sodium stearate as a collector. The following parameters affecting the degree of nickel removal from wastewater were studied in detail: the pH of the initial solution, the porosity of the Schott filters, the time of the flotation, the molar ratio of metal to surfactant. The initial concentration of the nickel model solution is 10 mg/dm<sup>3</sup>. It was found that the process is best carried out under the following conditions: pH 10.1; the molar ratio of metal-surfactant 1:2; process duration — 15 min; Schott filters porosity — 40, 100 microns; process efficiency is 81% .

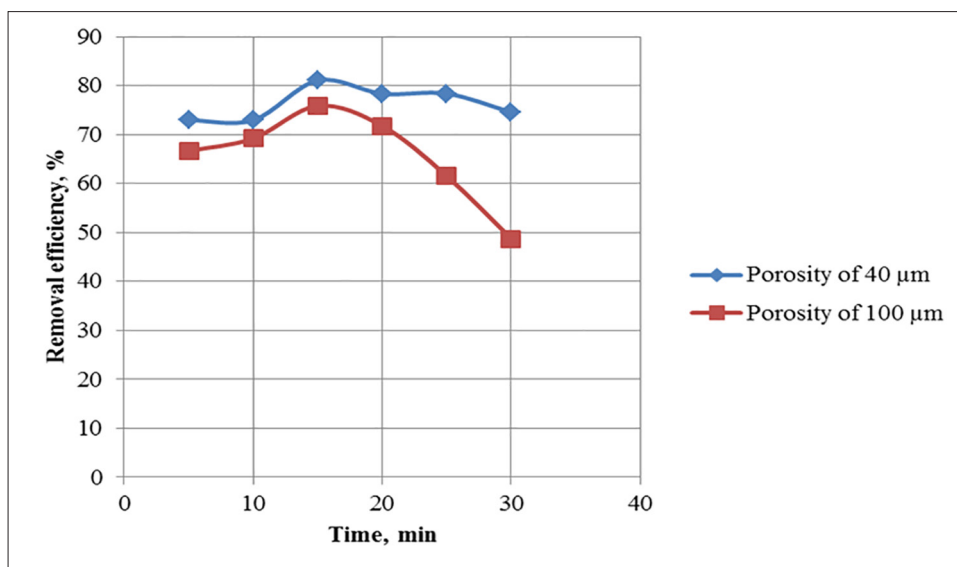


Fig. 2. Dependence of removal efficiency from the time

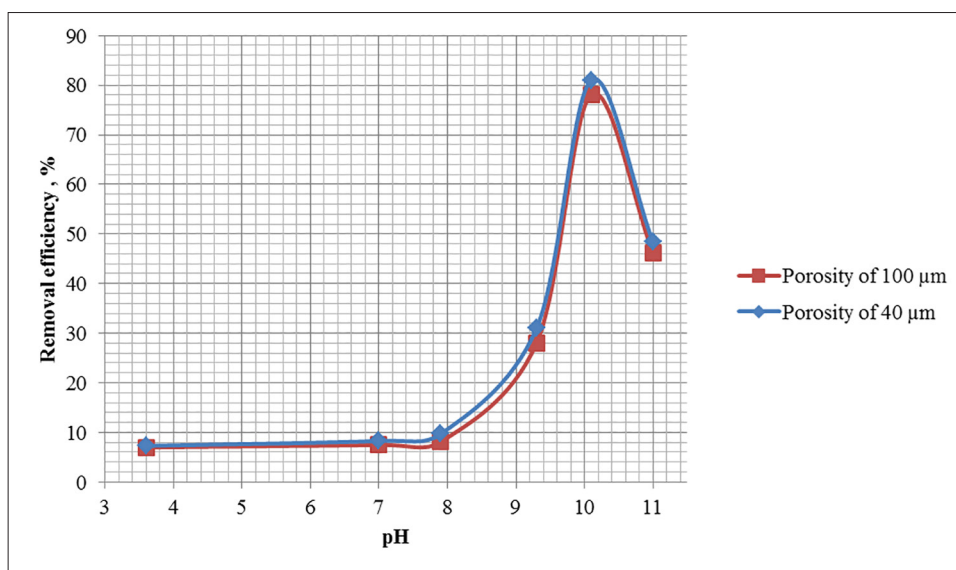


Fig. 3. Dependence of removal efficiency from pH

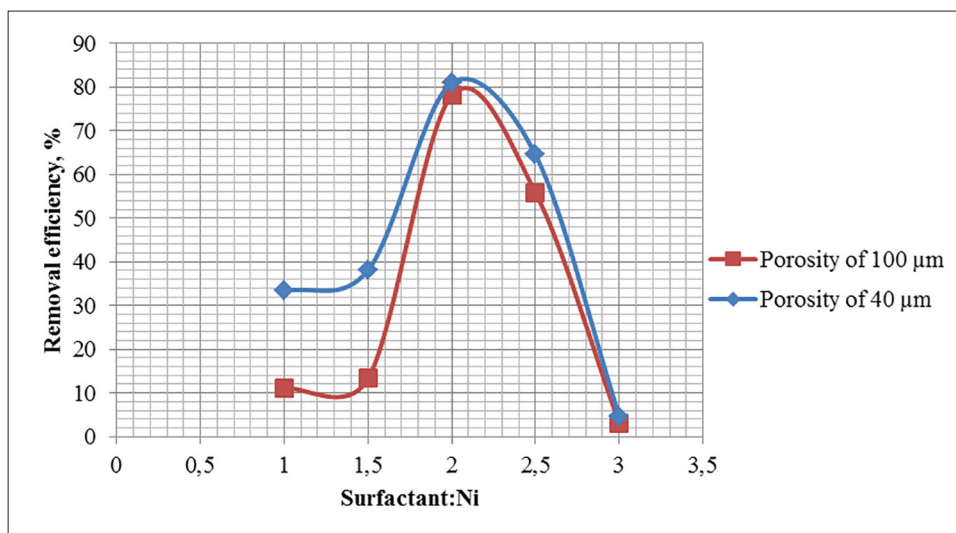


Fig. 4. Dependence of removal efficiency from ratio Surfactant: Ni

#### References

1. Астрелін І.М., Обушенко Т.І., Толстопалова Н.М., Таргонська О.О. Теоретичні засади та практичне застосування флотоекстракції: огляд / Вода і водоочисні технології. — 2013. — № 3. — С. 3–23.
2. Стеарат натрію [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium\\_stearate](https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_stearate)
3. Себба Ф., Ионная флотация, пер. с англ., М., 1965; Гольман А. М., Ионная флотация, М., 1982.
4. Обушенко Т.И., Астрелин И.М., Толстопалова Н.М. и др. Очистка сточных вод от токсических металлов флотоэкстракцией / Химия и технология воды. — 2008. — 30, № 4. — С. 429–436.
5. Удаление ионов тяжёлых металлов из сточных вод флотоэкстракцией [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://srv.xtf.kpi.ua/z/tnr/v/v/obushenko/publikatsiyi/teksty-publikatsiy/udalenie-yonov-tyazhiolykh-metall-ov-yz-stochnykh-vod-flotoekstraktsiyey/view>



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

**Збірник наукових статей**

**№ 20 (60)**

**1 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](mailto:editor@inter-nauka.com)**  
**[www.inter-nauka.com](http://www.inter-nauka.com)**

**Підписано до друку 12.12.2018. Формат 60×84/8**  
**Папір офсетний. Гарнітура SchoolBookAS.**  
**Умовно-друкованих аркушів 12,79. 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.**