



SCIENCE  
JOURNAL

# MODERN

ENGINEERING AND  
INNOVATIVE  
TECHNOLOGIES

'2024

ISSUE №36

Part №3



*International periodic scientific journal*

—*ONLINE*

*www.moderntechno.de*



Indexed in  
**INDEXCOPERNICUS**  
(ICV: 84.86)

# **M**ODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

**Issue №36**  
**Part 3**  
December 2024

*Published by:*  
**Sergeieva&Co**  
**Karlsruhe, Germany**

**Editor:** Shibaev Alexander Grigoryevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician*

**Scientific Secretary:** Kuprienko Sergey, *PhD in technical sciences*

**Editorial board:** More than 350 doctors of science. Full list on page:

<https://www.moderntechno.de/index.php/swj/about/editorialTeam>

**Expert Board of the journal:** Full list on page:

<https://www.moderntechno.de/index.php/swj/expertteam>

The International Scientific Periodical Journal "**Modern engineering and innovative technologies**" has been published since 2017 and has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars.

Periodicity of publication: 6 times a year

The journal activity is driven by the following objectives:

- Broadcasting young researchers and scholars outcomes to wide scientific audience
- Fostering knowledge exchange in scientific community
- Promotion of the unification in scientific approach
- Creation of basis for innovation and new scientific approaches as well as discoveries in unknown domains

The journal purposefully acquaints the reader with the original research of authors in various fields of science, the best examples of scientific journalism.

Publications of the journal are intended for a wide readership - all those who love science. The materials published in the journal reflect current problems and affect the interests of the entire public.

Each article in the journal includes general information in English.

The journal is registered in IndexCopernicus, GoogleScholar.

**DOI: 10.30890/2567-5273.2024-36-03**

**Published by:**

**Sergeieva&Co**

*Lußstr. 13*

*76227 Karlsruhe, Germany*

e-mail: [editor@moderntechno.de](mailto:editor@moderntechno.de)

site: [www.moderntechno.de](http://www.moderntechno.de)

---

Copyright

© Authors, scientific texts 2024





УДК 623.4

**THE OPERATING MODEL OF THE MAINTANCE PROCESS OF  
COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS****ОПЕРАТОРНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ  
СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

Tarasenko S.M. / Тарасенко С.М.

adjunct /ад'юнкт

ORCID: 0000-0002-8779-5621

*Military Academy (Odesa), Odesa, str. Fontana Road, 10, 65009  
Військова академія (м.Одеса), Одеса, Фонтанська дорога, 10, 65009*

**Анотація.** Дана робота є науково-теоретичною статтею, у якій досліджено проблему використання операторних моделей для якісного використання їх при плануванні експлуатаційних заходів на техніці, зроблено огляд літератури з поставленої проблеми. У статті розглянуто перехід за технічним станом об'єктів складних технічних систем до системи технічного обслуговування та ремонту із застосуванням операторів стану, які тісно пов'язані між собою.

Для досягнення поставленої мети роботи вирішено ряд завдань, таких як проведений аналіз існуючих моделей життєвого циклу; сформовано типову концепцію життєвого циклу; систематизовано склад основних етапів життєвого циклу для можливості використання в плануванні в системах підтримки та прийнятті рішень.

**Ключові слова:** операторні моделі, складні технічні системи, життєвий цикл, технічне обслуговування, ремонт, планування, система підтримки прийняття рішень.

**Вступ.**

Дослідженню життєвого циклу складних технічних систем присвячено ряд публікацій як в нашій країні, так і за її межами. Будь який об'єкт експлуатації має обмежену тривалість свого існування, тобто він має свій життєвий цикл. Державним стандартом встановлені стадії життєвого циклу та викладені загальні умови до процесів та змісту робіт протягом життєвого циклу. Інформація про етапи життєвого циклу є вкрай важливою, вона дає можливість визначати ряд важливих показників ефективності його використання.

**Основний текст**

Розвиток техніки та її складових набув сьогодні неабиякого потенціалу особливо розглядаючи складні системи управління, радіотехнічні та механічні системи тощо, особливість розвитку яких спрямовані на вирішення питань надійності та безвідмовності.

Характерною особливістю складних технічних об'єктів спеціального призначення є наявність в їх складі великої кількості різнотипних комплектуючих елементів, які мають різний рівень надійності, різні закономірності процесів їх зносу і старіння. Ця особливість вимагає більш тонкого підходу до організації та планування технічного обслуговування (ТО) в процесі їх експлуатації [2].

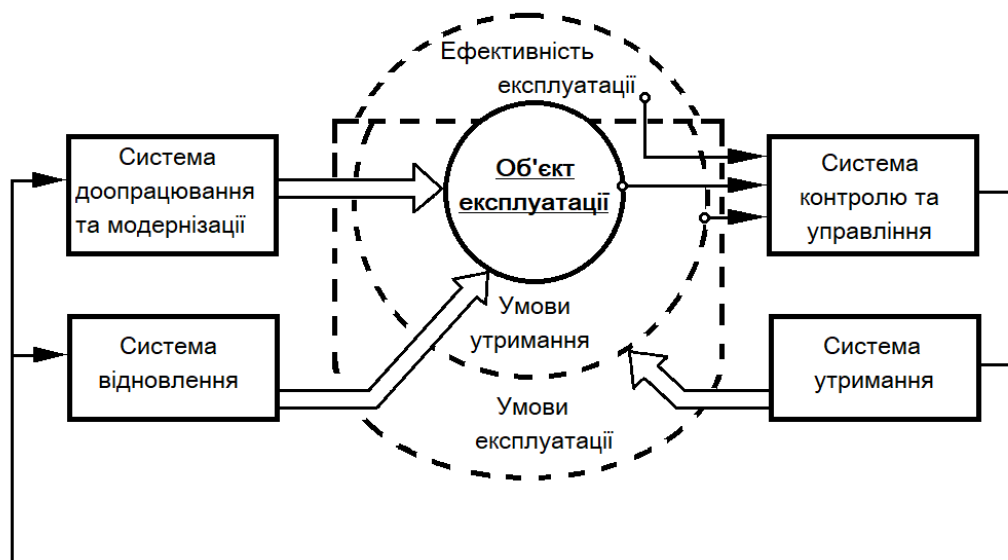
Розглядаючи експлуатаційну довговічність механічних систем варто зазначити, що основними з чинників експлуатаційних втрат є явище втомлюваності складових механізмів (систем) чи раптові навантаження, які значно перевищують розрахункові критерії допустимих навантажень, що





призводять до поломки деталей (складових), та можливе виникнення заклинювання спряжень. Одним з вагомих показників виходу з ладу є людський фактор неякісної експлуатації, як наслідок відсутньої або недосконалої навченості експлуатаційних особливостей техніки (об'єкту).

Життєвий цикл експлуатації об'єкту варто розглянути як структурну схему у якій на об'єкт експлуатації діють різного роду пов'язані між собою фактори. Структурна схема системи забезпечення експлуатації (СЗЕ) стисло відображена на рисунку 1 (рис.1).



**Рисунок 1 - Структурна схема СЗЕ**

Джерело: [1]

Метою зображеної схеми є стисле представлення технологічного процесу використання об'єкту у вигляді взаємопов'язаних елементів - підсистем - з визначенням мети їх функціонування та визначення їх впливу на інші підсистеми. Представлена схема на перший погляд є проста, але вона представляє нам технологічну систему, складовими частинами якої є окремі підсистеми тісно пов'язаними між собою і саме за допомогою даної схеми можливо описати складні технічні системи, які на сьогоднішній день нас всюди оточують.

Моделі життєвого циклу технічного об'єкта можуть бути різними. Це обумовлено як їх різноманітністю, так і специфікою їх використання. Незважаючи на те, що життєві цикли для кожного окремо взятого випадку можуть суттєво відрізнятися, але існують деякі загальноприйняті моделі, які можуть стати базовою основою.

Для моделювання складних технічних систем особливо в умовах невизначеності застосовують операторні моделі відображення життєвого циклу об'єкту, саме воно є влучним та доцільним.

Операторна модель технологічного процесу складається з ланцюга взаємопов'язаних елементів - операторів, зв'язок між якими задовольняється завдяки потокам впливу.

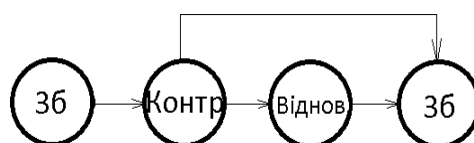
В процесі експлуатації об'єкт в кожен момент часу може знаходитися в одному з наступних станів:



- справний;
- працездатний;
- непрацездатний.

Застосовуватися за призначенням об'єкт може тільки в справному або працездатному стані. Відновлення до справного або працездатного стану проводиться за рахунок поточного ремонту. ТО, як правило, проводиться тільки при працездатному стані об'єкта. Якщо до моменту початку проведення ТО (або в процесі ТО) відбувається повна відмова, то на початок проводиться відновлення об'єкта, а потім виконується ТО [2]. Аналіз використання техніки та проведення ТО показує, що схематично він представляє собою ланцюг операцій «зберігання» – «контроль технічного стану» – «відновлення працездатності» – «зберігання» (рис.2).

Ланцюг операцій вказує на послідовність виконання операцій під час виконання відновлення.



**Рисунок 2 – Ланцюг операцій обслуговування техніки**

Джерело: [6]

Перехід об'єкту з одного стану в наступні стани можливий лише після завершення попередньої операції та прийняття відповідного рішення [6].

Для побудови операторної моделі процесу технічного забезпечення експлуатації об'єкту використаємо типові оператори [1, 3], кожний з яких характеризується інтенсивністю дії  $\omega_*$ , ресурсом  $Q_*$ , коефіцієнтом перетворення результатів операції  $q_*$  та  $\bar{q}_*$ , а також інтенсивністю  $\lambda_{**}$  зміни виду стану [6, 8].

Таким чином, типовий оператор описує продуктивність та якість обслуговування при виконанні покладеної операції, а також зміни виду технічного стану об'єкту під впливом негативних факторів.

Розглядаючи два види технічного стану (справний – з непарним індексом, несправний – з парним індексом) компонент процесу експлуатації буде представлений дією відповідного оператора  $L$  одразу на пару станів

$$E_i = \{e_{2i-1}, e_{2i}\}.$$

При цьому

$$\mu(E_{i-1}) = L_*(E_i),$$

де  $\mu$  – кількісний показник розподілу елементу об'єкту експлуатації на множині  $E$  (індикаторна функція, ймовірність і т.д.). Відповідно до схеми оператора  $L$  інтенсивність його діяльності або продуктивність

$$\omega_* = \omega_{*2i-1} + \omega_{*2i}.$$

Інтенсивність

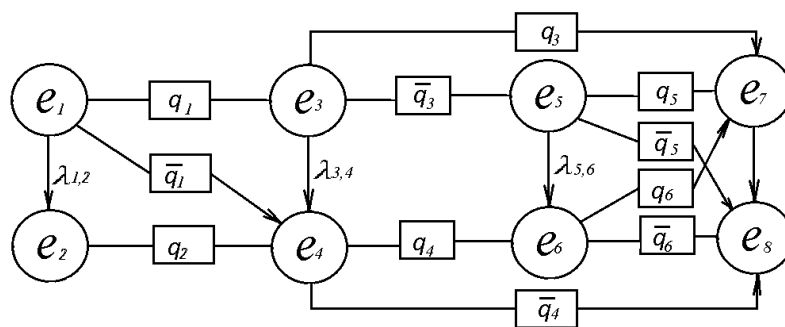


$$\lambda_* \equiv \lambda_*(t, \varphi_1, \varphi_2, \dots)$$

зміни виду технічного стану характеризує процес виникнення несправностей у елементі об'єкта експлуатації, тобто описує сукупні дії факторів  $\varphi_1, \varphi_2, \dots$  умов утримання. Крім того виконується операція за визначеним алгоритмом, який може бути порушений некомпетентним підходом людського фактору чи під дією негативного впливу навколишнього середовища, тощо, що і призведе до спотворення очікуваного кінцевого результату.

$$q_* + \bar{q}_* = 1.$$

Структурна модель оператора технічного обслуговування може бути представлена у розгорнутому вигляді (див.рис.3). [4]



**Рисунок 3 – Структурна модель оператора технічного обслуговування**  
Джерело: [4]

Ця модель відповідає оператору технічного обслуговування вигляду:

$$L_{TO} = L_{Cj} L_B L_K L_{Ck}$$

де  $L_{Cj}, L_{Ck}$  – оператори утримання;  $L_B$  – оператор відновлення,  $L_K$  – оператор контролю [4].

Так само на ряді з цим можливо використання інших операторів таких як  $L_D$  – оператор доопрацювання чи  $L_M$  – оператор модернізації тощо. В такому випадку система масштабується та матиме додаткові способи підтримки надійності та ефективності.

Існує багато різновидів систем забезпечення експлуатації об'єктів, які по структурі побудови відрізняються один від одного складовими, операторами, які застосовуються для побудови системи відповідної потреби.

В якості очікуваного показника системи забезпечення експлуатації складних технічних систем приймемо коефіцієнт експлуатаційної готовності об'єкту експлуатації, що можна виразити як [1, 4]

$$K_{ET}(t) = \frac{\mu_1 + \mu_7}{\mu_0},$$

математичним аналогом якого є ймовірність знаходження об'єкта експлуатації в стані придатному до використання за призначенням.





Таким чином, принцип побудови операторної моделі системи забезпечення експлуатації оснований на описі процесу обслуговування послідовності типових операторів складних технічних систем.

### **Висновки.**

На підставі аналізу світового досвіду використання різних моделей життєвого циклу та сучасного підходу до оновлення техніки запропоновано використання операторних моделей життєвого циклу. Визначено основні етапи життєвого циклу враховуючи особливості експлуатації техніки та утримання її у технічно справному стані. Концепція побудови операторних моделей життєвого циклу об'єктів, дозволяє в подальшому систематизувати технічні, технологічні, економічні та екологічні аспекти формування життєвого циклу з метою мінімізації витрат, що пов'язані з втіленням та експлуатацією зразків нової техніки, а також визначити поетапно вплив факторів на об'єкт чим вчасно скоротити виникнення ризиків відмов технічного стану.

### **Література:**

1. Вопросы кибернетики. Выпуск 94. Статистические методы в теории обеспечения эксплуатации. Сборник статей под ред. С. Ф. Левина. Москва : АН СССР, 1982. 152 с.
2. Бондаренко , Т., Побережець , Т., & Ліманська , О. (2020). Аналіз принципів і моделей технічного обслуговування. Молодий вчений, 4 (80), 397-399. DOI: 10.32839/2304-5809/2020-4-80-82
3. Левин С.Ф. Теория обеспечения эксплуатации технических объектов и вероятностно-статистические методы / С.Ф. Левин, С.А. Зверев // Вопросы кибернетики – 1982. – Вып. 94. – С. 3–27.
4. Тарасенко С. М., Левченко А. О. Принципи побудови операторної моделі процесу технічного обслуговування озброєння та військової техніки. Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеса). 2022. Вип. 2(18). С. 61–65. <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2022.18.61-65>.
5. Голомовзий В. М., Калиновська Н. Л. Аналіз систем технічного обслуговування і ремонту та їхня ефективність впливу на технічний стан заводської системи машин в процесі її експлуатації. Київ : Економіка та держава, 2020. № 7. С. 124–128. DOI: 10.32702/2306-6806.2020.7.124
6. Тарасенко С.М., Левченко А.О. Використання операторної моделі процесу експлуатації озброєння та військової техніки для формування потоків обслуговування та відновлення у системах підтримки прийняття рішень посадових осіб логістики. Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеси). – Одеса : ВА, 2021. – Вип.2(16). – с. 74–81. DOI: 10.37129/2313-7509.2021.16.74-81
7. Відновлення авіаційної техніки: чинники забезпечення та економічна ефективність : монографія / О. Е. Кузьмін, Ж. В. Поплавська, О. Г. Мельник, А. О. Калиновський, Н. Л. Калиновська. «Міські інформаційні системи», 2019. 214 с. ISBN: 978-966-1577-36-6
8. Тарасенко С.М. Математичні моделі системи технічного обслуговування, моделі станів у сфері обслуговування озброєння та військової



техніки. Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеси). – Одеса : ВА, 2022. – Вип.1(17). – с. 21–29. DOI: 10.37129/2313-7509.2022.17.21-29

**Abstract.** *This work is a scientific and theoretical article, in which the problem of using operator models for their qualitative use in the planning of operational activities on equipment is investigated, a review of the literature on the problem is made. The article considers the transition to a system of maintenance and repair according to technical condition of complex technical systems with the use of state operators, which are closely related to each other.*

*To achieve the goal of the work, a number of tasks have been solved, such as the analysis of existing life cycle models; a typical concept of the life cycle has been formed; The composition of the main stages of the life cycle is systematized for the possibility of use in planning, in support systems and decision-making.*

**Key words:** *operator models, complex technical systems, life cycle, maintenance, repair, planning, decision support system.*

Статтю надіслано: 19.12.2024 р.

© Тарасенко С.М.



UDC 699.88

**BOUNDARY CONDITIONS OF LAMINATED COMPOSITES VIBRATION****Pysarenko A.M.***c.ph.-m.s., as.prof.*

ORCID: 0000-0001-5938-4107

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture,

Odessa, Didrihsona, 4, 65029

**Abstract.** *Vibration of laminated composite cylindrical shells can lead to undesirable resonance effects and even failure of mechanical system components. The aim of this study is to develop a discrete wavelet analysis of free vibrations of cylindrical shells under various boundary conditions. The study uses the basic concepts of the theory of mechanical shells. The relationship between mechanical stresses and shears is described by a system of partial differential equations. The partial differential equations are first transformed into a system of ordinal differential equations by separating the variables. The discretizing procedure is applied to the governing equations. Cylindrical shells were modeled from an arbitrary number of orthotropic plates, which were rigidly fastened together. The boundary conditions of the basic types are formulated using discrete wavelet analysis, which ultimately allows to describe a standard linear eigenvalue problem. This study extends the application of discrete wavelet analysis to the description of free vibrations of cylindrical shells. It modifies the traditional model by taking into account the influence of boundary conditions, lamination schemes, and elastic moduli on the natural frequencies of vibrations. The characteristics of free vibration modes of cylindrical shells predicted by this model can be used for laminated composite samples located on a non-uniform elastic foundation. In this case, data on the localized increase in the stiffness of the composite material can be used to calculate the intervals of vibration stability. A numerical model based on the discrete wavelet transform was applied to the analysis of free vibrations of composite laminated cylindrical shells under different boundary conditions. Calculations using this model were characterized by fast convergence and high accuracy. The effects of such essential factors as boundary conditions, the structure of laminated composites, and their effective stiffness moduli on the natural frequencies of free vibrations of the shells were analyzed.*

**Key words:** *laminated composites, discrete wavelet analysis, cylindrical shells, free vibrations, modulus of rigidity.*

**Introduction.**

Numerical analysis of the characteristics of beams, plates and shells of revolution in a static or dynamic state, resting on an elastic foundation, is usually based on approximate models of the elastic foundation [1]. The reaction of the foundation is described by differential operators acting on the deflections of elastic bodies. A large number of studies are devoted to the analysis of the influence of an elastic foundation on the linear or nonlinear vibrations of circular cylindrical shells [2]. In particular, natural frequencies of oscillations were obtained for simply supported cylindrical shells [3, 4]. Numerical values of characteristic coefficients of natural oscillations vary in a wide range for frequencies corresponding to radial, longitudinal and torsional modes [5, 6].

The three-dimensional case of free vibrations of thick-walled cylindrical shells immersed in a two-parameter elastic medium can also be characterized by a limited number of modes with different boundary conditions and with different combinations of characteristic coefficients. It should be noted that such properties of the elastic





foundation as inertia also affect the natural vibrations of three-layer shells. In particular, the presence of an elastic medium significantly increases the frequencies of radial vibrations of three-layer shells with a thick filler [7, 8]. The numerical values of natural frequencies, as well as the form factors of vibrations, nonlinearly depend on the variable thickness of cylindrical isotropic and orthotropic shells. Experiments indicate an increase in the influence of an elastic foundation with an increase in the ratio of the maximum thickness to the minimum.

Local gradients of mechanical stresses on the surfaces of the functionally graded shell of reinforced composites, split into several layers and immersed in an elastic foundation of the Winkler type, lead to a decrease in the frequencies of free oscillations. Analysis of the spectrum of nonlinear coefficients of the elastic foundation allows localizing the regions of increasing oscillation frequencies on the surface of cylindrical shells of laminar composites [9].

In the case of uniaxial tension, the effect of discretization of the graded layer into a number of homogeneous sublayers occurs, each of which is characterized by its own displacement coefficient. The increase in the rigidity of the elastic medium is the reason that the influence of geometric nonlinearity, material heterogeneity, the number of winding layers and the magnitude of the reinforcement angles on the oscillation frequencies is reduced.

Most of these methods were first applied to isotropic cylindrical shells and then extended to study the dynamic behavior of anisotropic and layered composite shells. However, despite the various methods of analytical and computational analysis of cylindrical shell structures, finding reliable and efficient approaches for the considered structures with different boundary conditions still remains a big problem.

Therefore, the aim of this paper is to introduce the Haar wavelet approach for the analysis of free vibrations of composite layered cylindrical shells. The free oscillation model used the Haar wavelet, which consists of pairs of piecewise constant functions and one of the simplest orthonormal wavelets with a compact support. A limited set of orthonormal wavelets generated from the same parent wavelet form a basis. The elements of the wavelet basis are orthonormal to each other and normalized to unit length. This property allows each wavelet coefficient to be calculated independently of other wavelets.

### Materials and results

The Haar wavelet family  $h_i(\xi)$  is defined for  $\xi \in [0, 1]$ . The matrix  $H$  of Haar characteristic coefficients based on  $l$  is defined as  $H(i, l) = h_i(\xi_i)$ . The corresponding matrix  $P^{(\alpha)}(i, l)$  of integral transformations has dimensions of  $2M \times 2M$ . Let us consider a model of a composite layered cylindrical shell. In this model, the length, average radius and thickness of the shell are designated as  $L$ ,  $R$  and  $h$ , respectively. The main surface of the shell can be considered as the median surface on which the orthogonal coordinate system  $(x, \theta$  and  $z)$  is fixed. The  $x$ ,  $\theta$  and  $z$  axes are taken in the axial, circumferential and radial directions, respectively. The displacements of the shell in the  $x$ ,  $\theta$  and  $z$  directions are designated as  $u$ ,  $v$  and  $w$ .

The deformation at the mean surface ( $\varepsilon_0$ ) and the change in curvature ( $\chi_0$ ) during deformation with transposition operator  $T$  are functions of the displacement



$$\varepsilon_0 = [\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3]^T, \quad \chi_0 = [\chi_1, \chi_2, \chi_3]^T \tag{1}$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\partial u}{\partial x}, \quad \varepsilon_2 = \frac{\partial v}{R \partial \theta}, \quad \varepsilon_3 = \frac{\partial v}{\partial x} \tag{2}$$

$$\chi_1 = -\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}, \quad \chi_2 = \frac{\partial v}{R^2 \partial \theta}, \quad \chi_3 = -\frac{\partial^2 w}{R \partial x \partial \theta}. \tag{3}$$

The governing equations for vibrations can be expressed as in the following form of stiffness matrixes  $A, B$  and differential operators  $L_{ij} = L_{ij}(A, B, x, \theta)$

$$L_{11}u + L_{12}v + L_{13}w = (A, B) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \tag{4}$$

$$L_{21}u + L_{22}v + L_{23}w = (A, B) \frac{\partial^2 v}{\partial t^2}, \tag{5}$$

$$L_{31}u + L_{32}v + L_{33}w = (A, B) \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}. \tag{6}$$

This model considers boundary conditions of the following types:  $BC1$  (clamped edge),  $BC2$  (simply supported edge) and  $BC3$  (free edge). They are defined as follows:

$$BC1: U = 0, V = 0, W = 0, \frac{dW}{dx} = 0, \tag{7}$$

$$BC2: V = 0, W = 0, N_x = 0, M_x = 0, \tag{8}$$

$$BC3: M_x = N_x + \frac{M_{x0}}{R} = Qx + \frac{M_{x0}}{R}, \tag{9}$$

The Haar wavelet discretization method was used to discretize the derivatives in the control equations in terms of displacements and boundary conditions [10]. A necessary condition for solving the finite field problem is the transformation of the displacement field into a unit interval. Transformation of a series of wavelets leads to a discrete system of algebraic equations with respect to one normalized variable  $\xi$ . The higher-order derivatives of these solutions with respect to the axial coordinate can be expanded in terms of completed Haar wavelets [11]. Thus the following non-dimensional variable is introduced

$$\xi = x / L. \tag{10}$$

Using this parameter, one can obtain a discrete system of algebraic equations with respect to one normalized variable  $n$ . The higher-order derivatives of these solutions with respect to the axial coordinate can be expanded using a series of complete Haar wavelets. Therefore, it is assumed that the solutions can be expressed as ( $n = 2M$ )

$$\frac{d^2 U(\xi)}{d\xi^2} = \sum_{i=1}^n a_i h_i(\xi) \tag{11}$$

$$\frac{d^2 V(\xi)}{d\xi^2} = \sum_{i=1}^n b_i h_i(\xi) \tag{12}$$



$$\frac{d^2W(\xi)}{d\xi^2} = \sum_{i=1}^n c_i h_i(\xi), \tag{13}$$

where  $a_i$ ,  $b_i$ , and  $c_i$  are the unknown wavelet coefficients and  $h_i(\xi)$  is the Haar wavelet series.

In this case, the displacement amplitudes can be represented in the following form

$$\frac{dU(\xi)}{d\xi} = \sum_{i=1}^n a_i p_{1,i}(\xi) + \frac{dU(0)}{d\xi} \tag{14}$$

$$\frac{dV(\xi)}{d\xi} = \sum_{i=1}^n b_i p_{1,i}(\xi) + \frac{dV(0)}{d\xi} \tag{15}$$

$$\frac{dW(\xi)}{d\xi} = \sum_{i=1}^n a_i p_{3,i}(\xi) + \frac{1}{2} \xi^2 \frac{d^3W(0)}{d\xi^3} + \xi \frac{d^2W(0)}{d\xi^2} + \frac{dW(0)}{d\xi}, \tag{16}$$

where in the case  $i > 1$  and  $\xi^{(2)} < \xi < \xi^{(3)}$  we get

$$p_{n,i}(\xi) = (n!)^{-1} \left[ (\xi - \xi^{(1)})^n - 2(\xi - \xi^{(2)})^n \right]. \tag{17}$$

For solving boundary value problems, the values  $P_{n,i}(0)$  and  $P_{n,i}(1)$  should be calculated in order to satisfy the boundary conditions.

The evaluation of the system of equations at the collocation points can be written in matrix form as

$$U = P_1 \begin{bmatrix} a \\ d \end{bmatrix}, \quad V = P_2 \begin{bmatrix} b \\ e \end{bmatrix}, \quad W = P_3 \begin{bmatrix} c \\ f \end{bmatrix}. \tag{18}$$

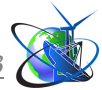
In the matrix equation, the appearance of eight integration constants allows adding eight additional equations. Using boundary conditions, additional equations can be obtained. The current wavelet transform technique offers an exact solution for cylindrical shells with various boundary conditions. It should be noted that all types of classical boundary conditions can be easily implemented for the type of laminar composites under consideration.

Using boundary conditions, additional equations can be obtained. The current method offers an exact solution for cylindrical shells with different boundary conditions. All classical boundary conditions can be easily calculated. The governing equations and the corresponding boundary condition equations were discretized using wavelet transforms. From the above procedures, a general relationship was obtained for the displacement vector  $X = [U, V, W]$ , displacement matrix  $K$ , and local masses matrix  $M$  of laminated composites cylindrical shells

$$(K - \omega^2 M)X = 0. \tag{19}$$

The following values of physical quantities were used in the calculation part of the model:  $R = 1.2$  m;  $L/R = 4.5$ ;  $h/R = 0.02$ ;  $E_2 = 12$  GPa;  $E_1/E_2 = k$ ,  $k \in [2.5 - 20]$ ;  $G_{12} = 5.1$  GPa (shear modulus);  $\rho = 1650$  kg/m<sup>3</sup>. The following ratio was used as the reference frequency  $\Omega = \omega R(\rho_0/E_2)^{0.5}$ . The base frequency was calculated for both the three main boundary conditions  $BC1$ ,  $BC2$  and  $BC3$  and for the intermediate boundary condition  $BC1-BC2$ .





The calculation results showed that the frequency parameter of the shell with the boundary condition *BC 1* is higher than *BC 2* when the circumferential wave number *n* is fixed at a constant value  $n = 1$ . The reason for this is that the boundary conditions have a noticeable effect on the shell's natural frequencies. However, it should be noted that the lowest fundamental frequency parameter occurs for the boundary condition *BC 3* of the cylindrical shell. In other words, the fundamental frequency of composite cylindrical shells is not necessarily related to the lowest circumferential wave number.

An additional numerical analysis was performed to investigate the effect of complex lamination patterns on the frequencies of laminated cylindrical shells. The frequency parameters were determined for cross-laminated cylindrical shells. These shells had a small thickness ratio ( $h/R = 0.02$ ) and a moderate length ( $L/R = 4$ ). In addition, for simplicity, it was assumed that all layers had the same thickness.

Thus, it can be concluded that the developed method accurately predicts the natural frequencies of laminated cylindrical shells with different lamination schemes. Analysis of the calculation results allows us to state that the frequency parameters for the  $[90^\circ/0^\circ/90^\circ]$  lamination are greater than for  $[0/0/0]$ , and the frequency parameters for the  $[90^\circ/90^\circ/90^\circ]$  and  $[0^\circ/90^\circ/0^\circ]$  cases are between them.

The frequency parameters are classified not according to their wave number value, but according to their order in the direction of the larger radius of curvature. The values of characteristic frequency  $\Omega$  for the vibrations of cylindrical shells of laminated composites depending on the wave number *n* are shown in Table 1.

**Table 1 - Frequency parameter  $\Omega$  for different boundary conditions**

<i>n</i>	Boundary conditions			
	<i>BC1</i>	<i>BC2</i>	<i>BC3</i>	<i>BC1-BC2</i>
1	0.2012	0.3052	0.1053	0.2317
2	0.2578	0.3667	0.1537	0.2828
3	0.3001	0.4235	0.2074	0.3235
4	0.3665	0.4578	0.2519	0.3821
5	0.4019	0.5104	0.3039	0.4378
6	0.4631	0.574	0.3541	0.4758
7	0.5197	0.6287	0.4106	0.5331
8	0.5690	0.6729	0.4583	0.5825
9	0.6107	0.7342	0.5195	0.6308
10	0.6655	0.7815	0.5528	0.6766
11	0.7030	0.8382	0.6180	0.7253
12	0.7599	0.8861	0.6504	0.7842
13	0.8046	0.9411	0.7011	0.8306
14	0.8611	0.9775	0.7544	0.8808

The calculation results indicate that the frequency parameters for laminated composites with a large number of shells are significantly larger than the corresponding parameters for composites with two or three shells. This property can



be explained by the fact that the orthotropic material is stiffer in the axial direction than in any other direction. The stiffness in the presence of a large number of shells can be maximum, and thus the frequency value is also the highest.

### Summary and conclusions.

A computational model based on the Haar wavelet discretization method was applied to the analysis of free vibrations of composite laminated cylindrical shells. The vibrations of a laminated composite sample occurred under different boundary conditions. The characteristics of mechanical vibrations were calculated based on the classical shell theory. The discretization method of the control equations and the corresponding boundary conditions was implemented using discrete wavelet transforms. It was found that boundary conditions, length-to-radius ratios, lamination schemes, and elastic moduli ratios affect the natural frequency parameters of cylindrical shells made of laminated composites. The discrete wavelet analysis technique can also be used to describe vibrations of thick composite laminated and functionally graded shells.

### References:

1. Yelce T.U., Balci E., Bezgin N.O. (2023). A discussion on the beam on elastic foundation theory. *Challenge*, issue 9, vol. 1, pp. 34-47  
DOI: 10.20528/cjsmec.2023.01.004
2. Sheng G.G. et al. (2014). The nonlinear vibrations of functionally graded cylindrical shells surrounded by an elastic foundation. *Nonlinear Dynamics*, issue 78, pp. 1421-1434  
DOI: 10.1007/s.11071-014-1525-8
3. Rougui M., Moussaoui F., Benamar R. (2007). Geometrically non-linear free and forced vibrations of simply supported circular cylindrical shells: A semi-analytical approach. *International Journal of Non-Linear Mechanics*, issue 42, vol. 9, pp. 1102-1115  
DOI: 10.1016/j.ijnonlinmec.2007.06.004
4. Mohamadi A., Shahgholi M., Ghasemi F.A. (2020). Nonlinear vibration of axially moving simply-supported circular cylindrical shell. *Thin-Walled Structures*, issue 156, p. 107026  
DOI: 10.1016/j.tws.2020.107026
5. Pellicano F., Amabili M. (2003). Stability and vibration of empty and fluid-filled circular cylindrical shells under static and periodic axial loads. *International Journal of Solids and Structures*, issue 40, vol. 13-14, pp. 3229-3251  
DOI: 10.1016/S0020-7683(03)00120-3
6. Wei H.X. et al. (2017). Fracture analysis on a cylindrical composite containing a sliding interface: an interesting phenomenon of oscillatory interfacial normal stress and its applications. *Journal of Mechanics*, issue 33, vol. 5, pp. 593-605  
DOI: 10.1017/jmech.2016.118
7. Kumar P., Srinivasa C.V. (2020). On buckling and free vibration studies of sandwich plates and cylindrical shells: A review. *Journal of thermoplastic composite materials*, issue 33, vol. 5, pp. 673-724  
DOI: 10.1177/0892705718809810



8. Gorgen A., Vescovini R., Dozio L. (2022). Sublaminare variable kinematics shell models for functionally graded sandwich panels: Bending and free vibration response. *Mechanics of Advanced Materials and Structures*, issue 29, vol. 1, pp. 15-32

DOI: 10.1080/15376494.2020.1749738

9. Baharali A.A., Yazdi A.A. (2021). Analytical approach to study the vibration of delaminated multi-scale composite cylindrical shells. *Polymer Composites*, issue 42, vol. 1, pp. 153-172

DOI: 10.1002/pc.25815

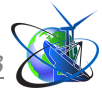
10. Xie X. et al. (2014). Free vibration analysis of composite laminated cylindrical shells using the Haar wavelet method. *Composite Structures*, issue 109, pp. 169-177.

DOI: 10.1016/j.compstruct.2013.10.058

11. Majak J. et al. (2020). Higher order Haar wavelet method for solving differential equations. *Wavelet theory. – IntechOpen*, p. 349

Article sent: 07.12.2024

© Pysarenko A.M.



UDC 72.01

## THE PRACTICE OF DESIGNING LANDSCAPE URBAN ENVIRONMENTS IN MOROCCO

Al Echcheikh El Alaoui Douaa.

PhD student

ORCID: 0000-0001-8113-3822

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture,

Odessa, 65029

**Abstract.** Moroccan urban design is a rich tapestry, blending traditional architectural wisdom with modern innovations. At the heart of this architectural tradition is the riad, a traditional Moroccan dwelling characterized by its inward-focused courtyard design. Riads function not only as practical homes but also as reflections of Moroccan culture, values, and environmental adaptation strategies. This article explores the historical and contemporary significance of riads, emphasizing their unique ability to harmonize cultural heritage with sustainability. The study examines key elements such as the use of courtyards for climate regulation, the aesthetic and structural importance of materials like tadelakt and zellige, and the strategic incorporation of greenery and water features for cooling. Furthermore, the evolution of riads into modern urban spaces is analyzed, showcasing how these traditional designs adapt to contemporary demands for leisure, hospitality, and multicultural interactions. Through detailed analysis and visual illustrations, the article investigates how Moroccan urban design principles—rooted in Islamic traditions and local craftsmanship—offer solutions to the pressing challenges posed by hot climates. It also considers the global applicability of these principles, emphasizing the importance of sustainable urban development that balances functionality, aesthetics, and cultural identity. This research aims to highlight the timeless relevance of Moroccan architectural practices within the broader discourse of sustainable urban landscapes and climate-responsive design.

**Keywords.** Landscape Urban Design, Climate-Responsive Architecture, Sustainable Urban Planning, Urban Landscape in Hot Climates, Moroccan Urban Design, Traditional and Modern Architecture, Cultural Heritage in Urban Planning, Public Spaces and Architecture

### Introduction.

Formulation of the Problem. This article identifies the key challenges and objectives in addressing these issues:

- Preserving cultural and architectural heritage in the face of modernization and globalization.
- Adapting traditional riad designs to contemporary urban needs while maintaining their functionality and aesthetic appeal.
- Mitigating the effects of extreme heat and arid climates through sustainable architectural practices.
- Balancing the demands of tourism-driven modernization with the authenticity of Moroccan urban identity.
- Integrating innovative solutions into traditional designs to ensure environmental and cultural sustainability.

Materials and Research Methods. This research employs a multidisciplinary approach to examine the evolution and role of Moroccan riads in urban landscape design. The study integrates architectural analysis, cultural history, and sustainability practices to provide a comprehensive understanding of riads' significance. Seminal works, such as Abu-Lughod's analysis of spatial and socio-political divisions in Rabat



[1] and Ruggles' exploration of Islamic gardens as multifunctional ecological spaces [8], form the theoretical foundation of this study. These sources offer insights into how riads serve as both functional and symbolic elements of Moroccan architecture.

Field observations of iconic sites, such as the Andalusian Gardens in Rabat, highlight how these spaces reflect the interplay of Mediterranean and Islamic design principles [2]. Similarly, the terraced gardens of the Atlas Mountains illustrate the adaptation of architecture to challenging topography, showcasing a deep understanding of environmental integration [3]. Visual materials, including architectural diagrams and photographs, complement these observations, providing detailed insights into spatial organization, materiality, and the climatic strategies embedded within riad designs. The comparative analysis of traditional and modern riads also sheds light on how these structures evolve to meet contemporary urban needs while preserving their cultural and environmental essence [6][9].

**Analysis of Recent Research Sources and Publications.** Recent studies emphasize the enduring architectural and cultural significance of riads in Moroccan urban design. Abu-Lughod (1980) examines the spatial organization of Rabat, illustrating how urban planning reflects socio-political structures and cultural identity within the city [1]. Her work provides foundational insights into how traditional spaces like riads navigate the complexities of modern urbanization. Similarly, Amal Ouf (2001) explores the integration of authenticity in urban design, highlighting the balance between preserving heritage and embracing modernity in Moroccan architecture [7].

Ruggles (2008) delves into the ecological and aesthetic roles of Islamic gardens, drawing parallels to the courtyard-centered design of riads, which function as both cultural and climatic havens [8]. The Andalusian Gardens in Rabat, for example, demonstrate the harmony between functionality and beauty, serving as a key case study for Mediterranean and Islamic design principles [2]. Similarly, terraced gardens in the Atlas Mountains illustrate the adaptability of traditional Moroccan design to diverse geographical and climatic challenges [3].

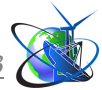
Research on historical preservation and medinas highlights the intricate relationship between Moroccan architecture and cultural identity [4]. These studies underscore the significance of riads as private sanctuaries that embody Islamic values of privacy, hospitality, and community. Zemni and Bogaert (2009) extend this discourse, examining the influence of globalization on Moroccan urban identity and the transformation of traditional spaces to meet the demands of modern tourism [9].

Despite the depth of existing research, gaps remain in understanding how riads' traditional designs can be adapted to address contemporary challenges, such as climate adaptation, urban densification, and tourism pressures. By bridging these gaps, this article highlights the relevance of Moroccan riads as models of sustainable urban development that harmonize tradition and innovation [5].

### **Main Text.**

The riad is a cornerstone of Moroccan architecture, harmonizing practicality, aesthetics, and cultural values. At its heart is the courtyard, a sanctuary integrating greenery and water features to create a cooling microclimate. Carefully arranged plants, such as orange trees and fragrant jasmine, enhance the sensory experience





while providing shade and improving air quality. Water features like fountains and pools regulate temperatures through evaporative cooling, adding a tranquil ambiance [2][3][8].

The exterior of riads emphasizes privacy, modesty, and functionality. Their plain, windowless facades shield residents from noise and heat, ensure privacy, and maintain social balance by blending affluent and modest homes harmoniously within the urban fabric. In contrast, the interiors feature intricate tilework, carved plaster, and woodwork, reflecting hospitality and Moroccan craftsmanship [4][7].

Materials like tadelakt plaster and zellige tiles enhance both aesthetics and functionality, offering durability and thermal efficiency. These locally sourced materials highlight the sustainability inherent in traditional Moroccan design [5].

The inward-focused layout fosters family unity, introspection, and integration with nature. By minimizing outward displays of wealth, riads promote social cohesion, blending diverse households into a unified urban landscape. This design offers timeless insights into sustainable living practices that remain relevant today [4][8].

Beyond their functional and cultural roles, riads are a testament to Moroccan ingenuity in managing extreme climates while maintaining beauty and comfort. Their design principles are not merely reactive but proactive, anticipating environmental challenges and creating spaces that offer refuge and resilience. By combining craftsmanship with environmental adaptation, riads stand as enduring symbols of how traditional architecture can inform and inspire contemporary approaches to sustainable urban design.

In contemporary Morocco, riads have adapted to modern lifestyles while preserving their cultural essence. Courtyards, central to riad design, have evolved into multifunctional spaces featuring swimming pools, rooftop lounges, and expanded social areas. These additions cater to tourism and urbanization demands, offering luxurious amenities while maintaining the intimate and serene atmosphere characteristic of traditional riads. Rooftop spaces, in particular, have become hubs for relaxation and entertainment, often adorned with shaded seating, gardens, and panoramic city views [6].

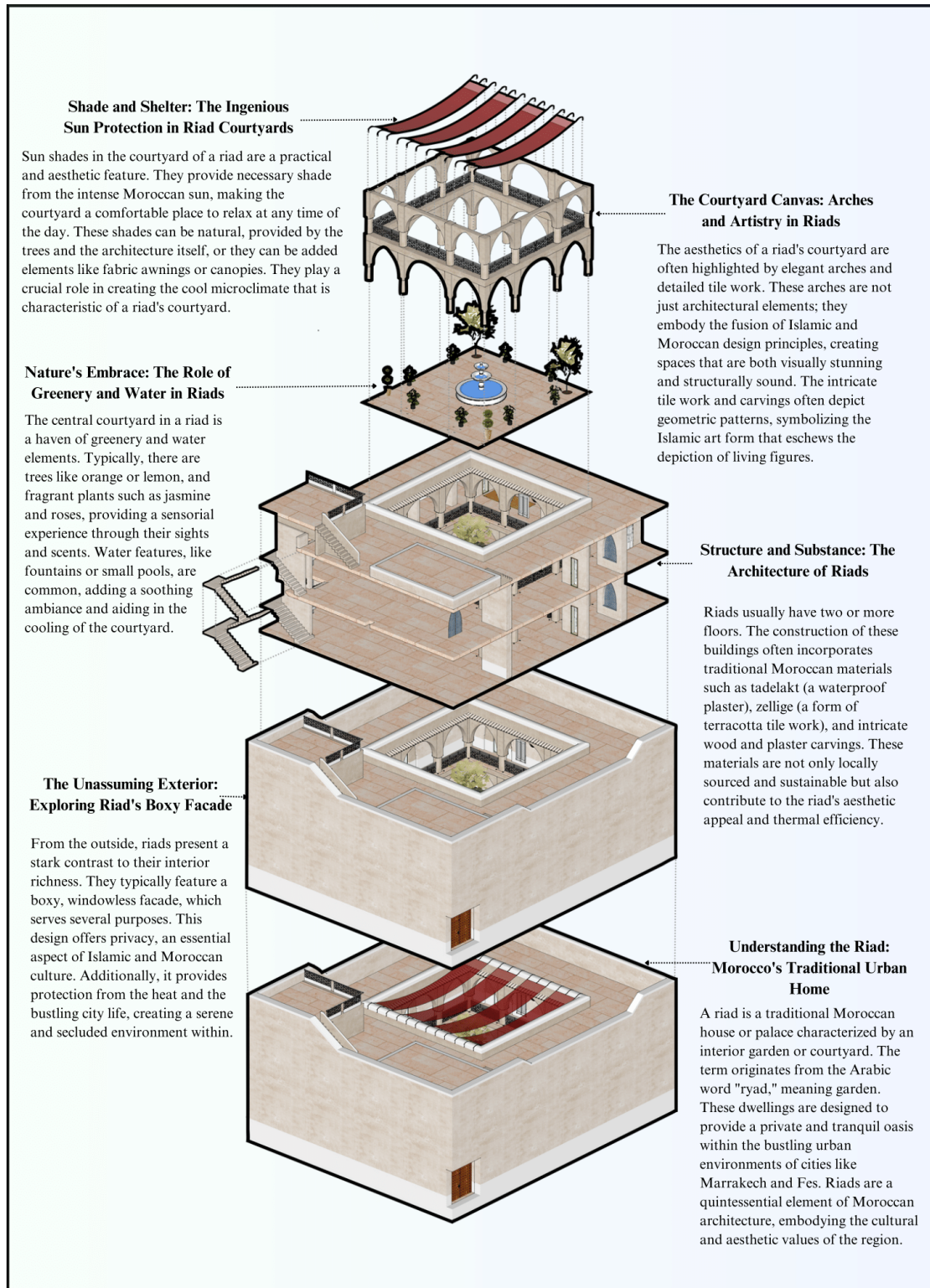
Interior layouts now reflect a shift toward multifunctionality, reimagining traditional family spaces for events, dining, and leisure. Some riads blend Moroccan aesthetics with contemporary minimalism, balancing rich traditional patterns with clean, modern designs [9].

Technological advancements enhance both comfort and sustainability in modern riads. Cooling systems, such as ducted air conditioning and evaporative technologies, work alongside traditional passive cooling methods like shaded courtyards and high walls. Advanced water management, including greywater recycling and efficient irrigation, sustains lush courtyards while conserving resources [5]. Solar panels and energy-efficient lighting align with global sustainability goals, minimizing environmental impact while maintaining traditional charm. Modern construction techniques also enhance durability and insulation without compromising visual integrity [5][6].

These innovations highlight the flexibility of Moroccan architecture, blending

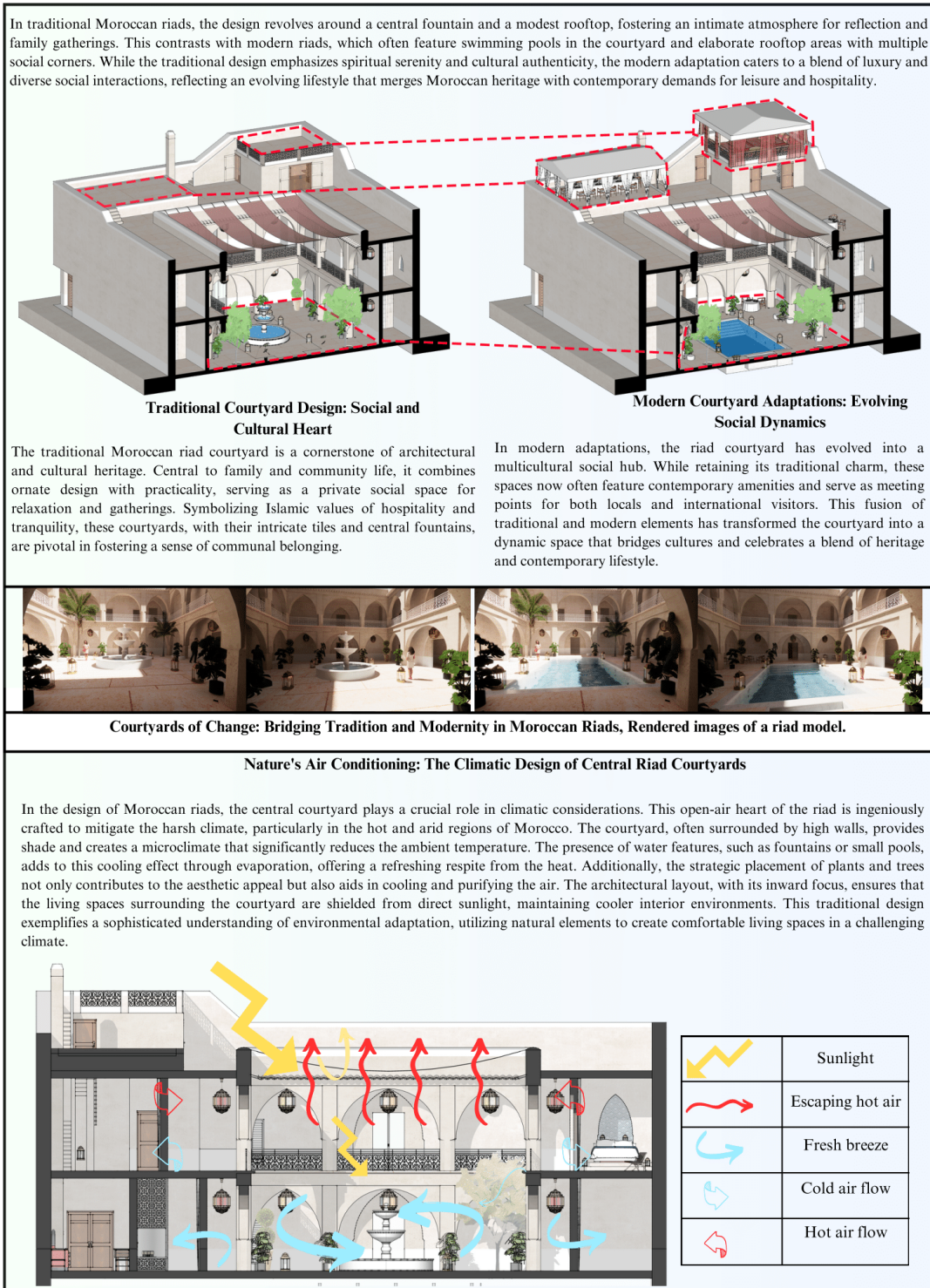


tradition with modernity. Modern riads retain their historical identity while addressing contemporary demands, ensuring their relevance as cultural landmarks and functional living spaces in a rapidly evolving world [9].



**Figure. 1. Hidden Havens, Oasis of Tranquility: Exploring the Architectural and Cultural Wonders of Morocco's Riads**





**Figure.2. Bridging Eras in Moroccan Riads: Climate-Adaptive Designs from Traditional Courtyards to Modern Social Hubs.**

Tourism-Oriented and Sustainable Urban Design. Moroccan cities, particularly Marrakech and Fes, demonstrate how cultural heritage can coexist with sustainable urban development. Riads, many of which are now repurposed as boutique hotels and guesthouses, allow visitors to experience Moroccan architecture firsthand. The preservation of original features, such as intricate woodwork, decorative tiles, and courtyards, ensures these spaces remain authentic representations of Moroccan culture [4][6].



Sustainability is central to both traditional and modern riads. Drought-resistant vegetation reduces water usage while preserving lush greenery, and passive cooling techniques, such as shaded courtyards and evaporative cooling, enhance comfort with minimal energy use. These practices align Moroccan urban design with global sustainability goals [3][8].

#### Lessons for Global Urban Design

Moroccan urban design provides valuable solutions for hot climates and rapid urbanization. Courtyards act as microclimatic regulators, reducing energy dependency while improving environmental quality and well-being. Locally sourced materials like *Tadelakt* and *Zellige* combine thermal efficiency with aesthetic appeal, exemplifying sustainable practices. The riad's ability to blend tradition and modernity serves as a model for preserving cultural heritage in a globalizing world [5][7][8][9].

**Conclusion.** Moroccan riads exemplify the seamless blend of tradition, functionality, and sustainability, offering invaluable lessons for urban design in hot climates. Their inward-focused courtyards and use of natural elements demonstrate how architecture can harmonize with nature to create comfortable and sustainable living spaces. Modern adaptations show their flexibility, integrating contemporary amenities while preserving cultural identity and authenticity.

Beyond Morocco, the principles of riad design—passive cooling, natural integration, and locally sourced materials—serve as a blueprint for addressing global climate challenges and preserving cultural heritage. Riads stand as timeless symbols of how tradition and innovation can coexist, guiding urban design toward a more sustainable future.

#### References

1. Abu-Lughod, J. (1980). *Rabat: Urban Apartheid in Morocco*. Princeton University Press.
2. Andalusian Gardens in Rabat. Mediterranean and Islamic garden design principles. Retrieved from <https://www.top-sightseeing.com/location/andalusian-gardens/>
3. Terraced Gardens in the Atlas Mountains. (n.d.). Adaptation to topography for aesthetics and productivity. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/6/1693>
4. Historical Preservation. Medinas and their labyrinthine streets as cultural heritage.
5. Climate-Responsive Architecture. A pivotal aspect of urban design in Morocco.
6. Tourism-Oriented Design. Blending cultural charm with tourist appeal in Morocco.
7. Ouf, A. M. (2001). Authenticity and the sense of place in urban design. *Cities*, 18(4), 235-243. [https://doi.org/10.1016/S0264-2751\(01\)00021-6](https://doi.org/10.1016/S0264-2751(01)00021-6)
8. Ruggles, D. F. (2008). *Islamic Gardens and Landscapes*. University of Pennsylvania Press.
9. Zemni, S., & Bogaert, K. (2009). Urban design and identity in the Moroccan context. *Urban Studies*, 46(4), 763-786. <https://doi.org/10.1177/0042098009102138>



УДК 625.7/.8

**EXPERIMENTAL STUDY OF THE ACOUSTIC FIELD IN LABORATORY CONDITIONS****ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНОГО ПОЛЯ В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ****Talakh L.O. / Талах Л.О.***s.t.s., as. prof./ к.т.н., доц.*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4643-5582>**Rotko S.V. / Ротко С.В.***s.t.s., as. prof./ к.т.н., доц.*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1860-7890>*Lutsk National Technical University, Lutsk, Lvivska, 75, 43018**Луцький національний технічний університет, Луцьк, Львівська, 75, 43018*

**Анотація.** Однією із важливих транспортних екологічних проблем є питання зниження шуму на територіях населених пунктів та в місцях постійного перебування людей. Надмірні рівні шуму за своїм негативним впливом стоять поруч із забрудненням атмосфери та води.

Для визначення акустичних характеристик шумозахисних екранів були проведені експериментальні дослідження в лабораторних умовах. Були відтворені умови наближені до ідеальних та умови фонового шуму, погодних умов, що відповідали умовам на ділянці руху транспортних засобів.

Метою експерименту було дослідження ефективності шумозахисних екранів при використанні їх для зменшення рівнів шуму потоків транспорту.

**Ключові слова:** шумозахисний екран, транспортні засоби, селитебна територія, частота звуку, кут нахилу екрана, відстань

**Вступ.**

Однією із важливих транспортних екологічних проблем є питання зниження шуму на територіях населених пунктів та в місцях постійного перебування людей. Надмірні рівні шуму за своїм негативним впливом стоять поруч із забрудненням атмосфери та води.

Транспортні магістралі є одними з найбільших джерел надмірного шуму, особливо на селительних територіях, розташованих уздовж них. Щорічне зростання інтенсивності транспортних засобів приводить до збільшення рівнів звуку. Численні вимірювання рівнів шуму, створюваних транспортним потоком сягають значень 90–95 дБА, що на 30–35 дБА більше допустимих значень для селительної території встановленими нормативними документами [1, 2] в денний час доби. Це в свою чергу призводить до проблем зі здоров'ям проживаючого на таких територіях населення. Аналіз досліджень [3–5] показав, що постійне знаходження людей в зонах з надмірним шумом призводить до швидкої втомлюваності, сонливості, збільшення вірогідності виникнення серцево-судинних захворювань, порушення системи обміну речовин.

Одним із шляхів вирішення цієї проблематики є застосування на автомагістралях шумозахисних екранів, які вже набули широке застосування в країнах Європи, Америки, Азії та все частіше починають застосовуватися в Україні. За конструкцією їх виконують у вигляді порівняно суцільних тонких





стінок, які встановлюються вздовж автошляхів, та які зменшують рівні шуму на житловій території.

Дослідження конструктивних параметрів екрану, його впливу на поширення джерела звуку та зони, які захищаються від впливу шуму розпочалося з 50-х років 20-го століття. До недавнього часу в Україні, не зважаючи на діючий нормативний документ [1, 2], що прямо вказував на необхідність застосування шумозахисних екранів, їх спорудження відбувалось у дуже малій та недостатній кількості. Тому якісне оцінювання ефективності екранів шумозахисту в залежності від конструктивних його параметрів, а також збільшення його ефективності в цілому, на цей день є вкрай актуальною та важливою.

### **Основний текст.**

Для визначення акустичних характеристик шумозахисних екранів були проведені експериментальні дослідження в лабораторних умовах, були відтворені умови наближені до ідеальних та умови фоновому шуму, погодних умов, що відповідали умовам на ділянці руху.

Метою експерименту було дослідження ефективності шумозахисних екранів при використанні їх для зменшення рівнів шуму потоків транспорту.

Змінними параметрами екранів була їх висота та геометричне розташування точок вимірювання. Експеримент проводився в умовах вільного звукового поля в звукозаглушеній камері.

Моделлю потоку транспорту була лінійна група 24 розташованих попарно гучномовців (під кутом  $30^\circ$ ) на відстані 30 см один від одного. Довжина транспортного потоку складала 3,5 м. Акустичний центр джерела звуку був розміщений від поверхні на відстані 10 см. Це моделювало проїзну частину, зроблену з гіпсокартонних листів (ГКЛ) товщиною 12,5 мм. До шумозахисного екрана відстань становила 1,0 м (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Модель стенда для експерименту**

Для усунення поширення звуку через листи, на них були розміщені звукопоглинальні шари товщиною 600 мм із базальтових матів. Поверх ГКЛ були укладені тонкі базальтові мати товщиною до 10 мм для усунення дзеркального відбиття від листів ГКЛ звуку.

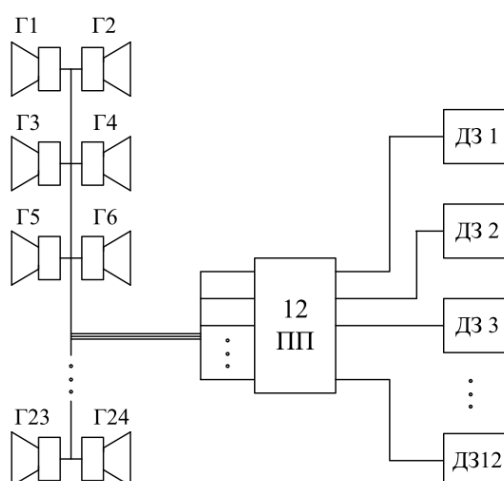
Моделлю самих екранів теж стали ГКЛ, встановлені перпендикулярно до



умовного полотна проїзної частини. Довжини створеної з екрана та полотна проїзної частини становили по 3,75 м. Таким чином модель була розроблена в масштабі 1:10. Висота моделі шумозахисного екрана: 0,3; 0,5; 0,7 м та без екрана.

Вимірювання проводилися на таких частотах – третиннооктавний ряд частот згідно [6] з 250 Гц до 6300 Гц.

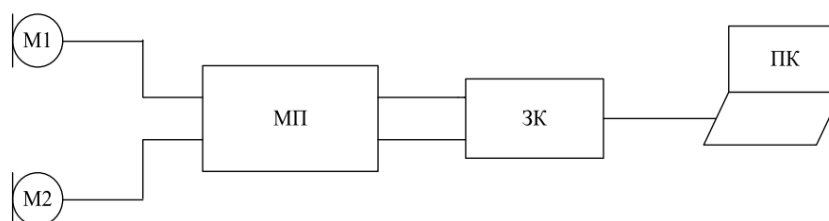
Точки вимірювання були розташовані за шумозахисним екраном на відстанях по горизонталі (13 точок) від 0,1 до 3,5 м від екрана та по вертикалі (5 точок) від 0,15 до 1,0 м від рівня дорожнього полотна. В цілому для кожної висоти макету екрана та смуги частот проводилося вимірювання в 65 точках.



**Рисунок 2 – Тракт випромінювання звукового сигналу**

Тракт випромінювання сигналу (рисунок 2) складався з некогерентних цифрових джерел шуму (ДЗ1 – ДЗ12); підсилювача потужності 12-канального (12ПП); звукових випромінювачів (гучномовці ГДШ-1, Г1 – Г24).

Тракт прийому (рисунок 3) складався з двох мікрофонів МК-1 та МК-2; мікрофонного двоканального підсилювача (МП); двоканальної зовнішньої звукової карти (ЗК).



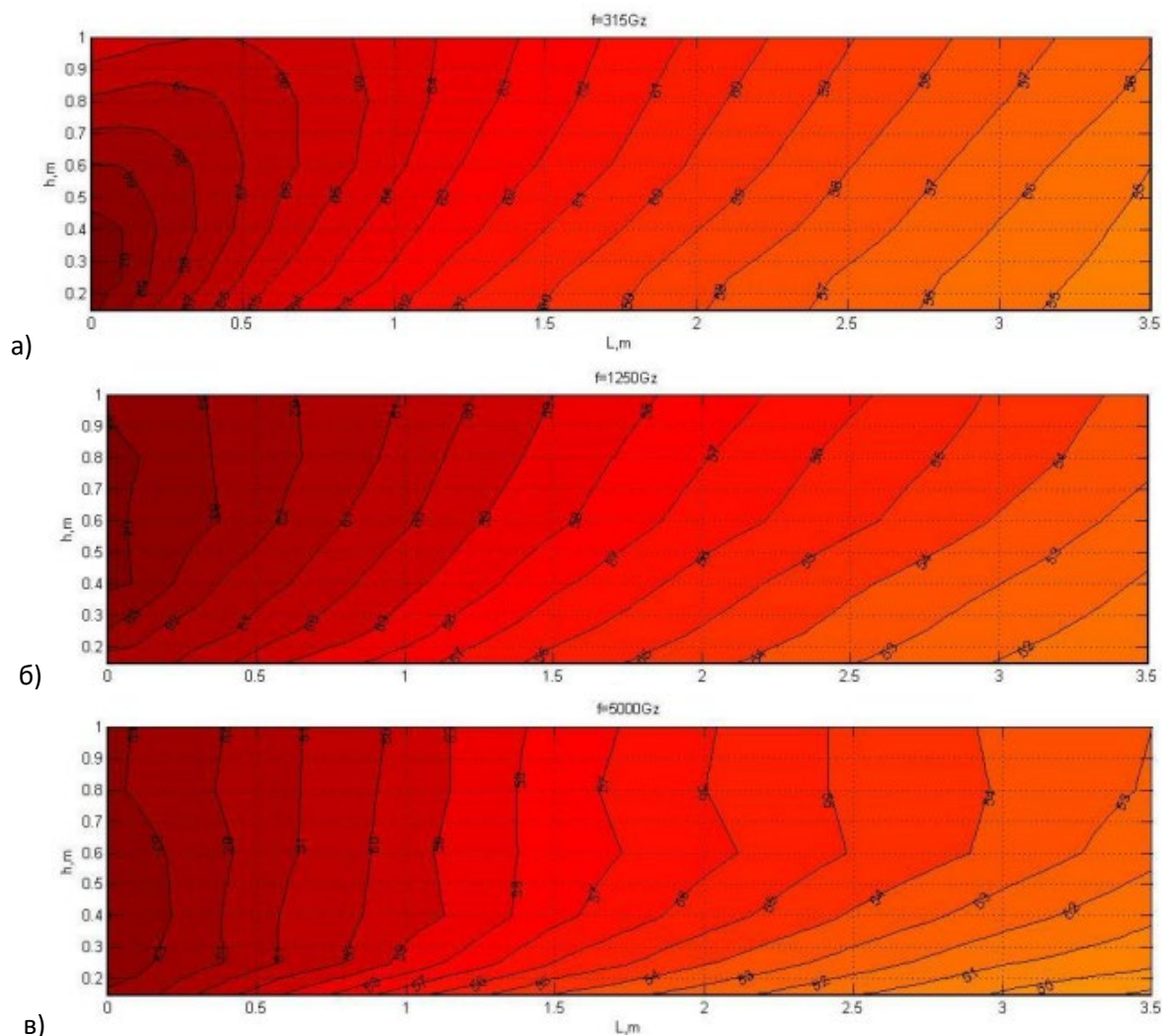
**Рисунок 3 – Тракт прийому звукового сигналу**

Процедура вимірювань проводилася наступним чином. На гучномовці вмикався білий некогерентний шум з частотою в діапазоні вимірювання 3 дБ. Один із мікрофонів знаходився на висоті 2 м від поверхні проїзної частини посередині в площині екрана. Цим мікрофоном контролювався випромінюваним джерелом рівень звуку. Другий мікрофон розташовувався послідовно в вимірювальних точках. Час запису сигналу складав 30 с. Потім сигнали розділялися на 15 рівних частин по 2 с кожен.



Вимірювання акустичного поля за екраном проводилося в 15-ти третиннооктавних смугах частот. Межа результатів повторюваності для частот до 800 Гц становила 1,5 дБ. Для достовірності результатів, вимірювання проводилося в частотах 315 Гц, 1250 Гц та 5000 Гц, що в натурних умовах рівне 31,5 Гц, 125 Гц та 500 Гц відповідно.

Область шумозахисту (за екраном) без застосування екрану з відповідними рівнями звуку відображено на рисунку 4.



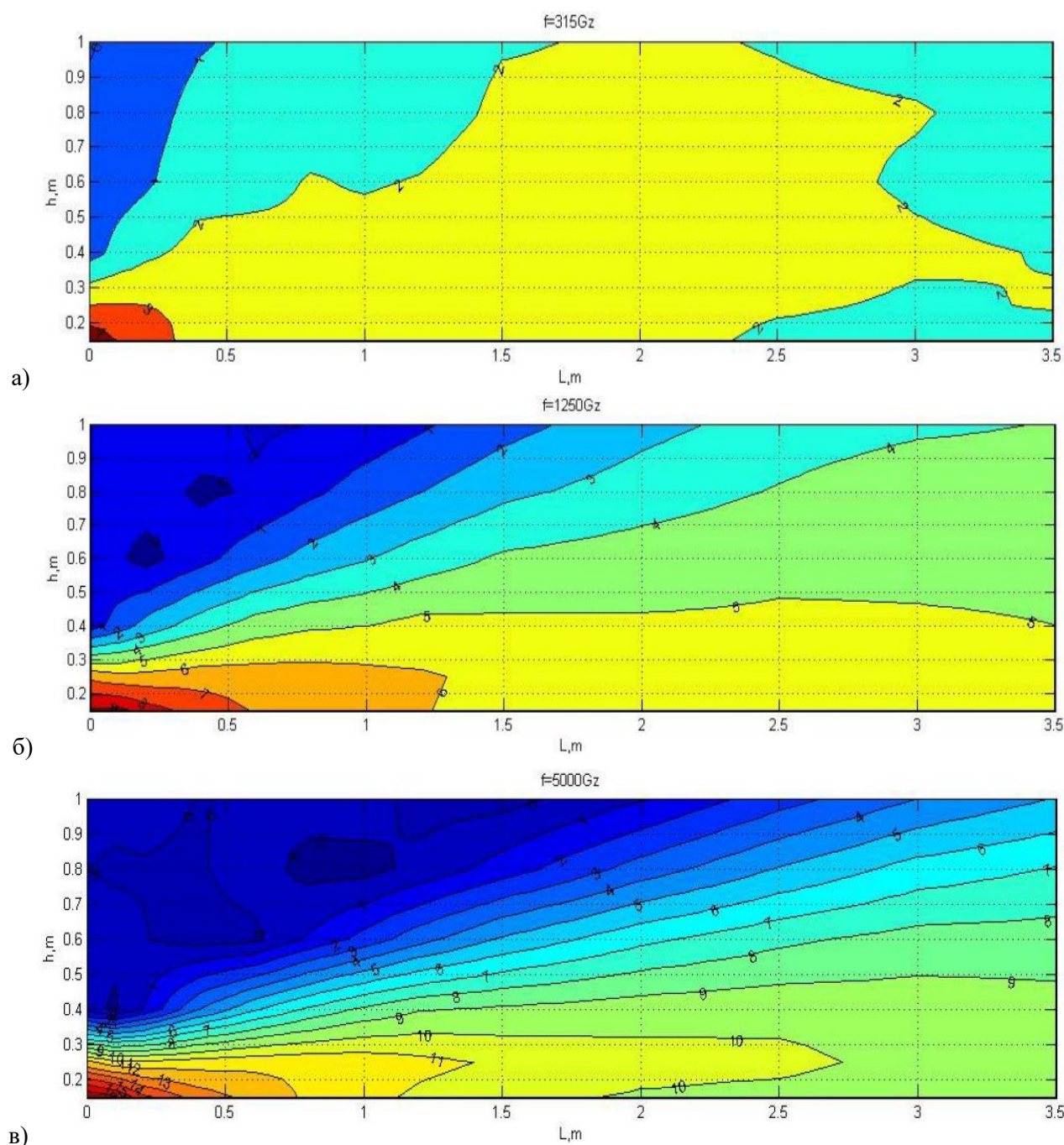
**Рисунок 4 – Акустичне поле без екрану в зоні шумозахисту для частот:  
а – 315 Гц; б – 1250 Гц; в – 5000 Гц**

Ефективності для екранів висотою екрана 0,3; 0,5 та 0,7 м наведено на рисунках 5-7.

Порівнюючи відображені на рисунках 5-7 ефективності встановлено, що ефективність екрану зростає зі збільшенням його висоти.

Проведемо аналіз отриманих звукових полів та порівняємо ефективності акустично поглинальних та жорстких шумозахисних екранів (рисунок 8). Порівняння даних рисунків дає можливість зрозуміти, застосування поглинального екрана практично не впливає на поле між джерелом шуму та екраном, оскільки відбита від екрану звукова хвиля не спостерігається.



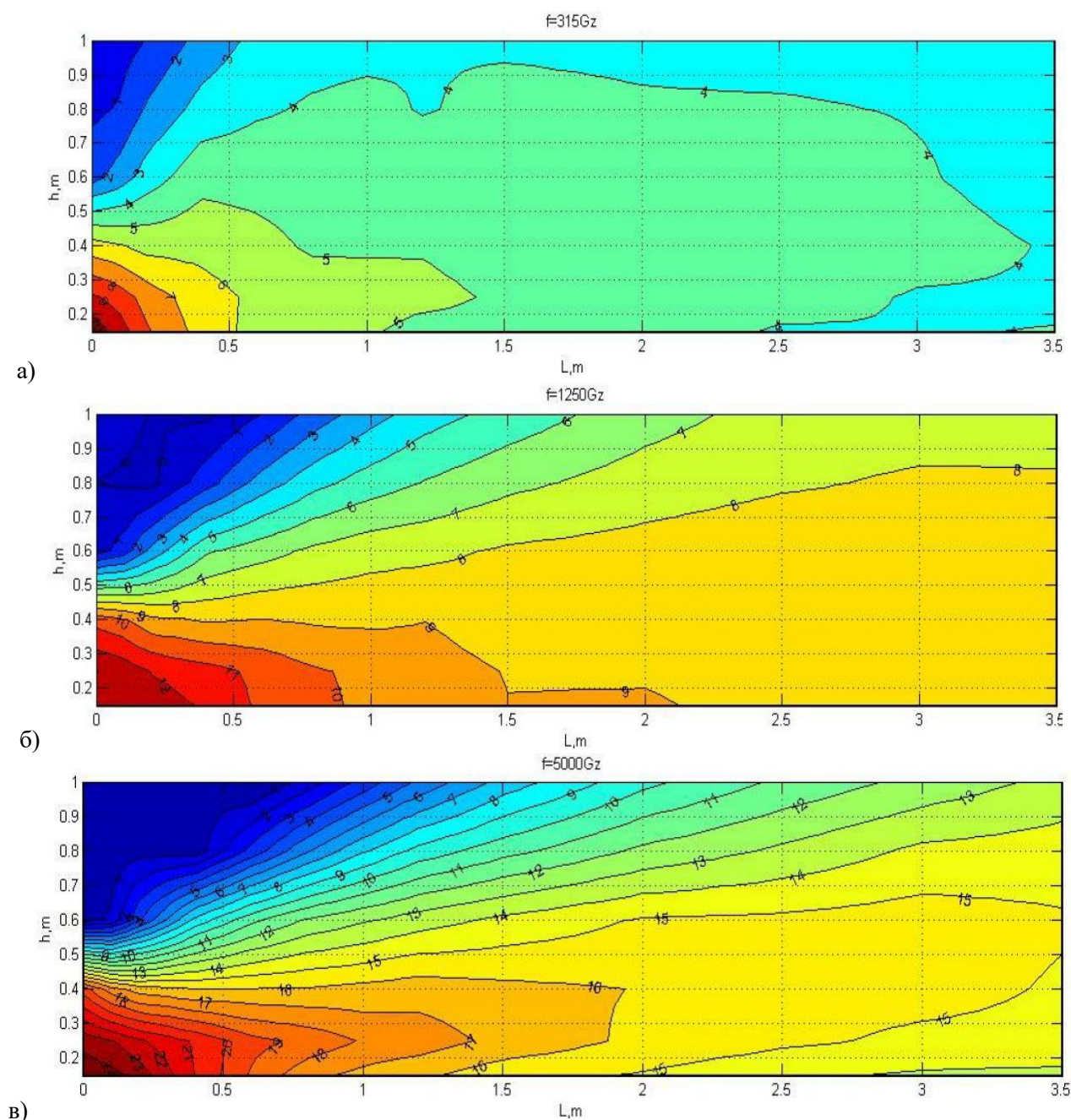


**Рисунок 5 – Ефективність екрану висотою 0,3 м для частот: а – 315 Гц; б – 1250 Гц; в – 5000 Гц**

Визначимо ефективність екранів залежно від частоти звуку, висоти, кута нахилу екрану, відстані до джерела звуку.

На рисунку 9 відображено ефективності екранів на частоті 125 Гц. Акустичне поле при кутах до  $90^\circ$  перед екраном залишається практично незмінним, при цьому ефективність коливається близько 0 дБ.

При незначних кутах тіні від  $90^\circ$  до  $150^\circ$  ефективність акустично звукопоглинального та жорсткого екранів на великих відстанях ( $R=25$  м) практично співпадають. Різниця в ефективності при збільшенні кута тіні двох екранів поступово збільшується до 4 дБ. При цьому збільшення за рахунок звукопоглинання ефективність більш помітна для високих екранів (5 та 7 м) 4 дБ, ніж для низьких – 2,5 дБ.

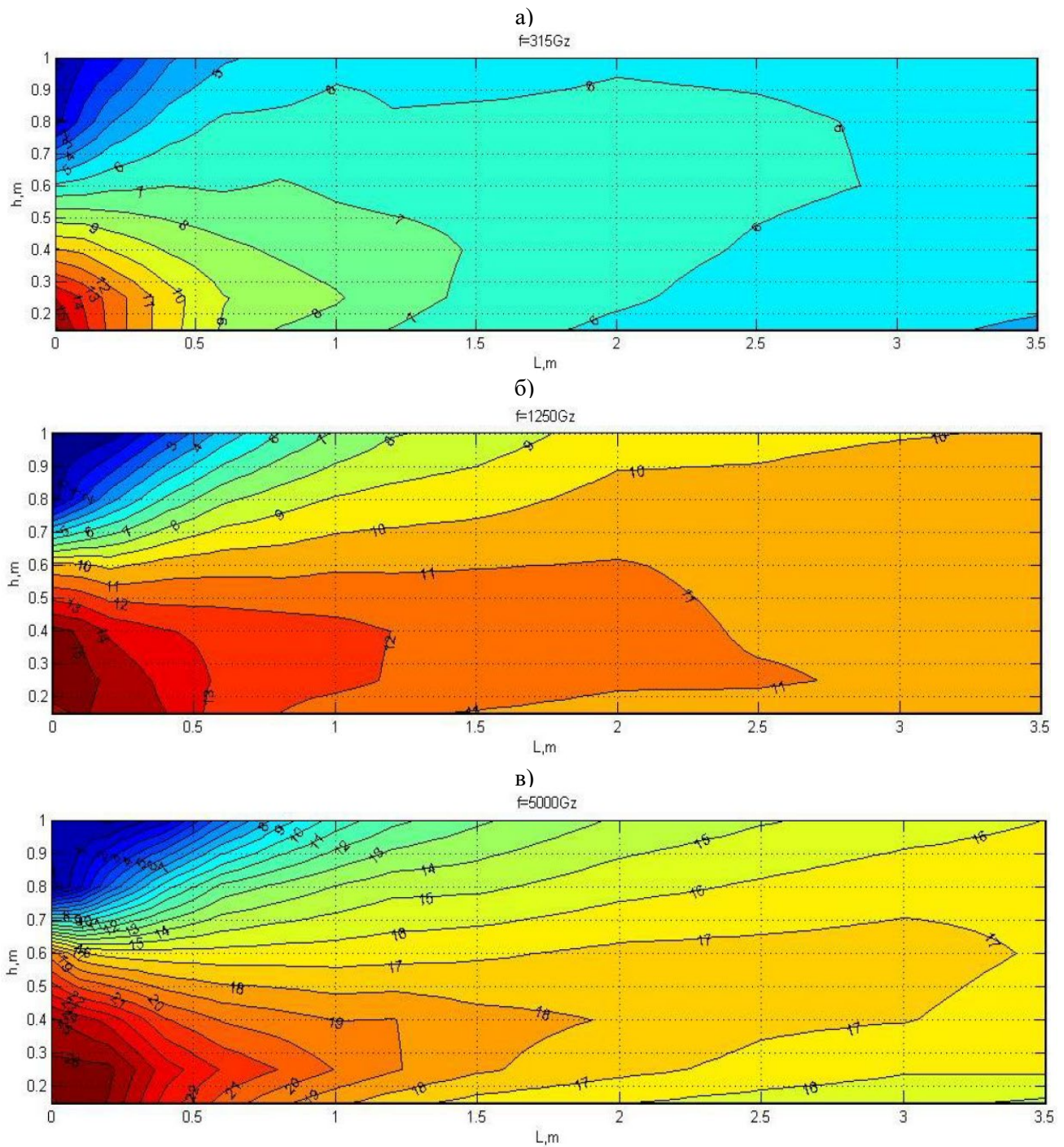
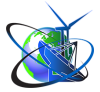


**Рисунок 6 – Ефективність екрану висотою 0,5 м для частот: а – 315 Гц; б – 1250 Гц; в – 5000 Гц**

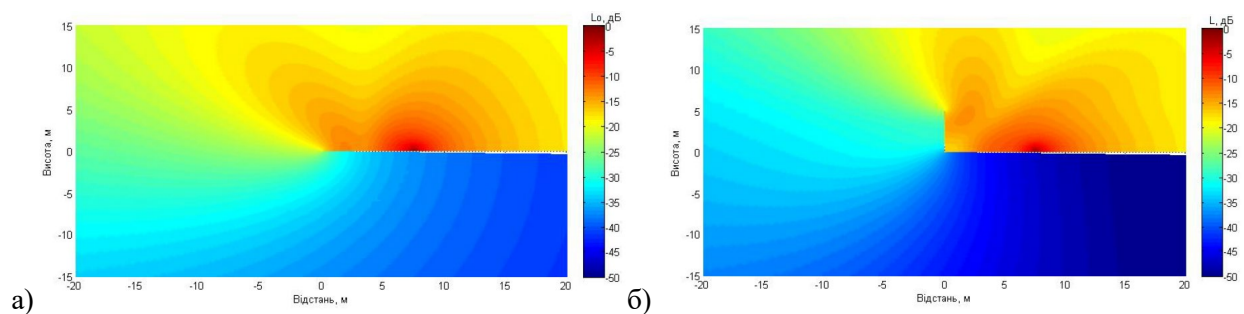
Аналізуючи розрахунки (рисунок 10) бачимо, що наявність звукопоглинального екрану впливає на поле перед ним не більше, ніж 2 дБ для будь-якої відстані від 5 м до 20 м від джерела звуку до екрана.

Подібно до жорсткого екрана, при зменшенні відстані від джерела звуку до екрана, його ефективність підвищується. Так, при зменшенні відстані між екраном та джерелом звуку від 10 м до 5 м ефективність звукопоглинального екрана збільшується на 5 дБ для близьких до екрану точок, і до 4 дБ для точок на відстані 25 м від екрана. Одночасно для жорсткого екрана збільшення його ефективності при зменшенні відстані дорівнює 3 дБ та 2,5 дБ відповідно.

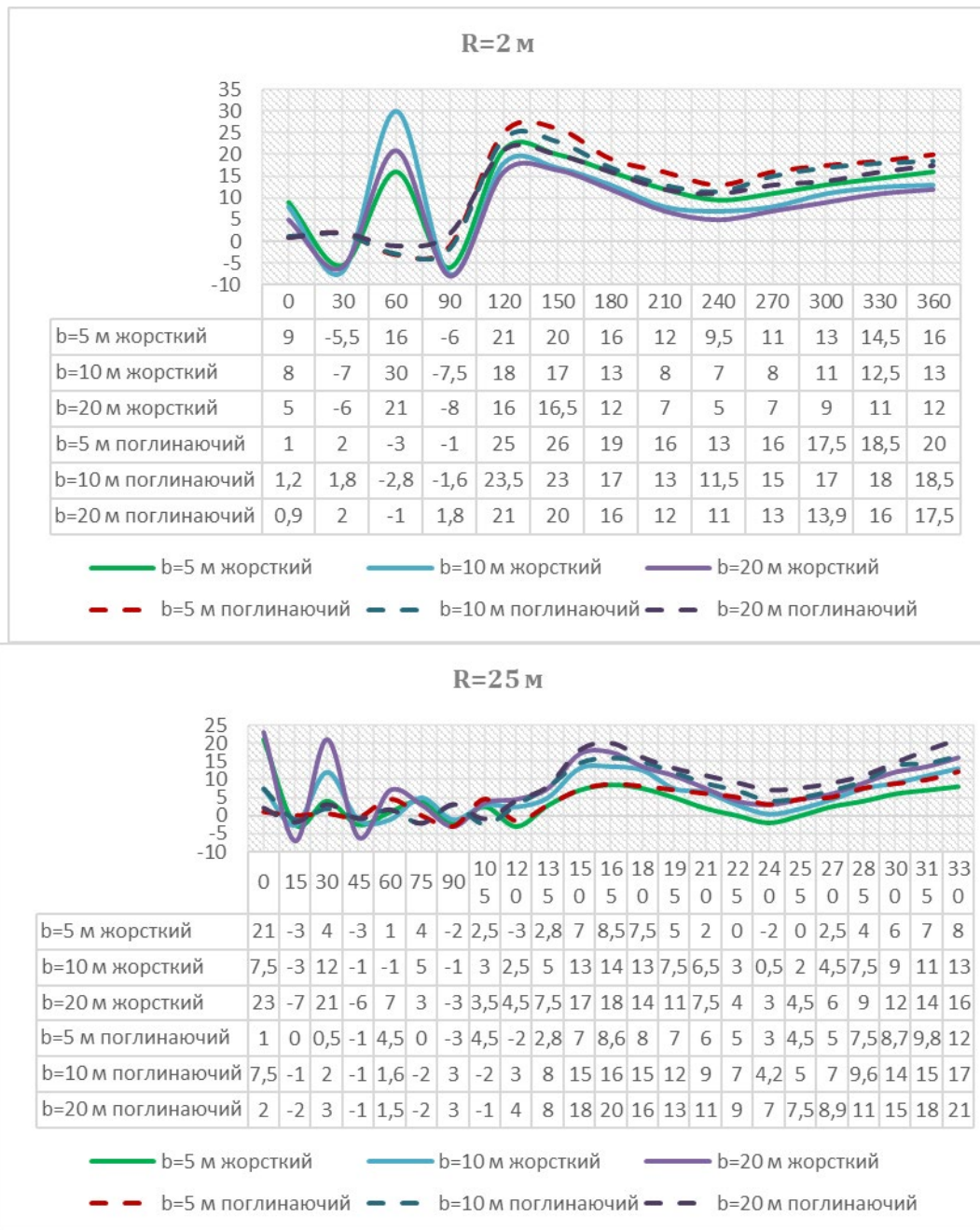




**Рисунок 7 – Ефективність екрану висотою 0,7 м для частот:  
а – 315 Гц; б – 1250 Гц; в – 5000 Гц**



**Рисунок 8 – Акустичне поле що знаходиться над акустично жорсткою півплощиною, від лінійного джерела звуку: а) - без екрану; б) – з екраном звукопоглинальним висотою 5 м**



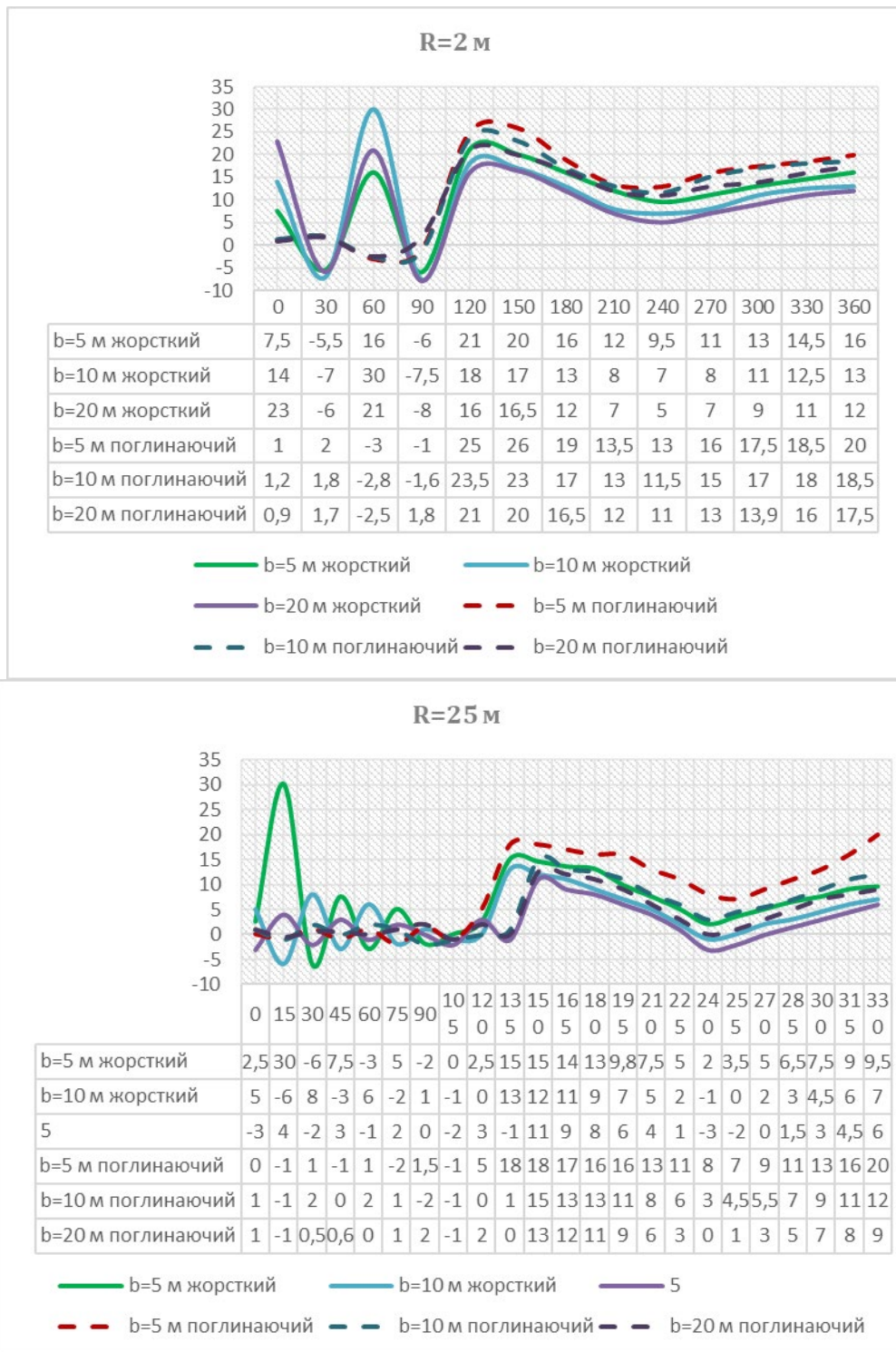
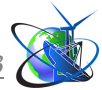
**Рисунок 9 – Ефективність екранів в залежності від висоти на відстанях (R) від основи 2 та 25 м**

На рисунку 11 наведено вплив частоти звуку на ефективність жорсткого та шумопоглинального екрана на різних відстанях до об'єктів шуму.

Як видно, для обох видів екранів з підвищенням частоти його ефективність збільшується. На малих відстанях (R=2 м) від екрана ефективність звукопоглинального екрана близько на 3 дБ вища від акустично жорсткого на всіх частотах.

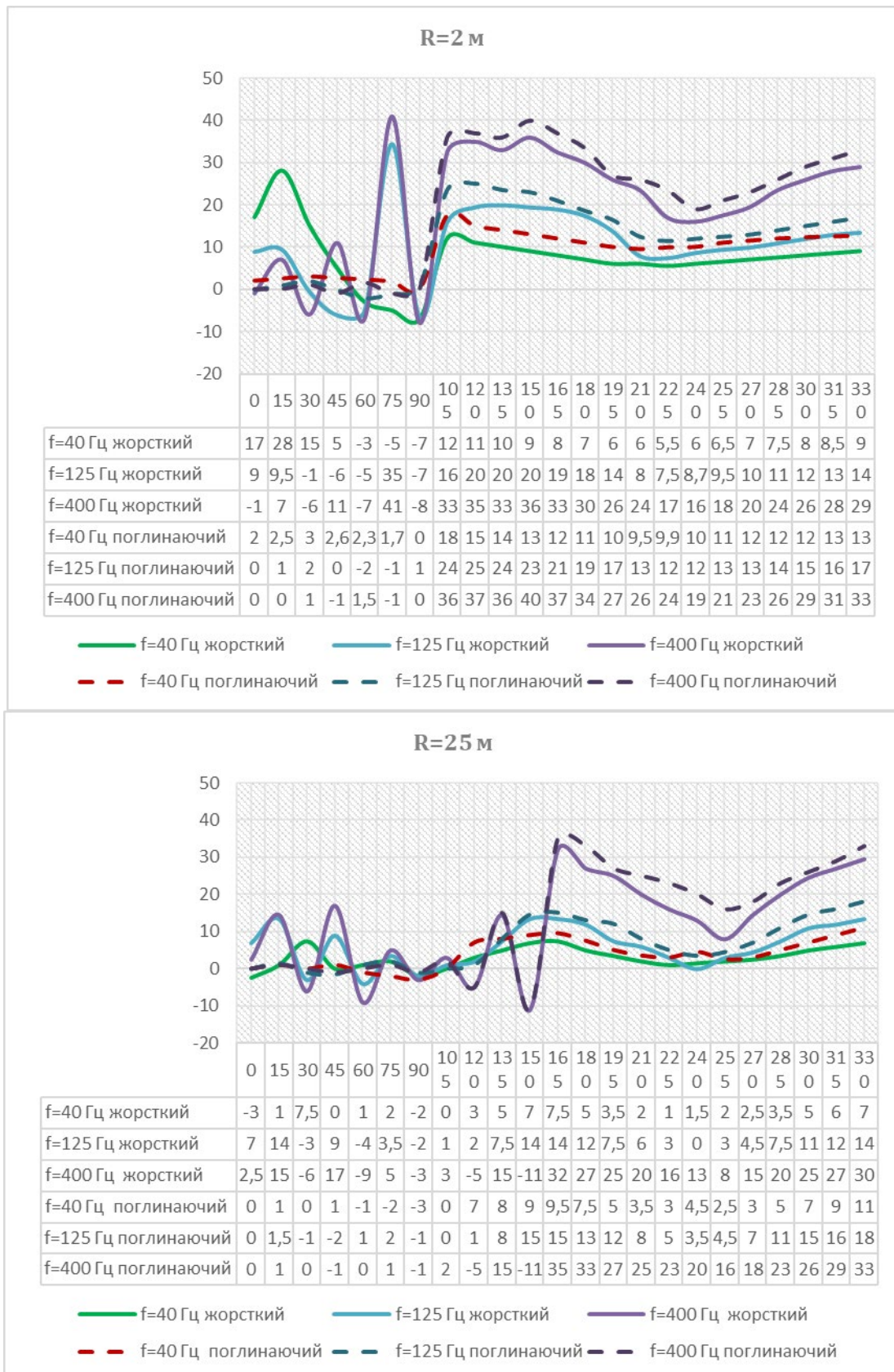
При збільшенні відстані (R=25 м) від екрана спостерігається вплив частоти на зростання ефективності за рахунок поглинання звуку.





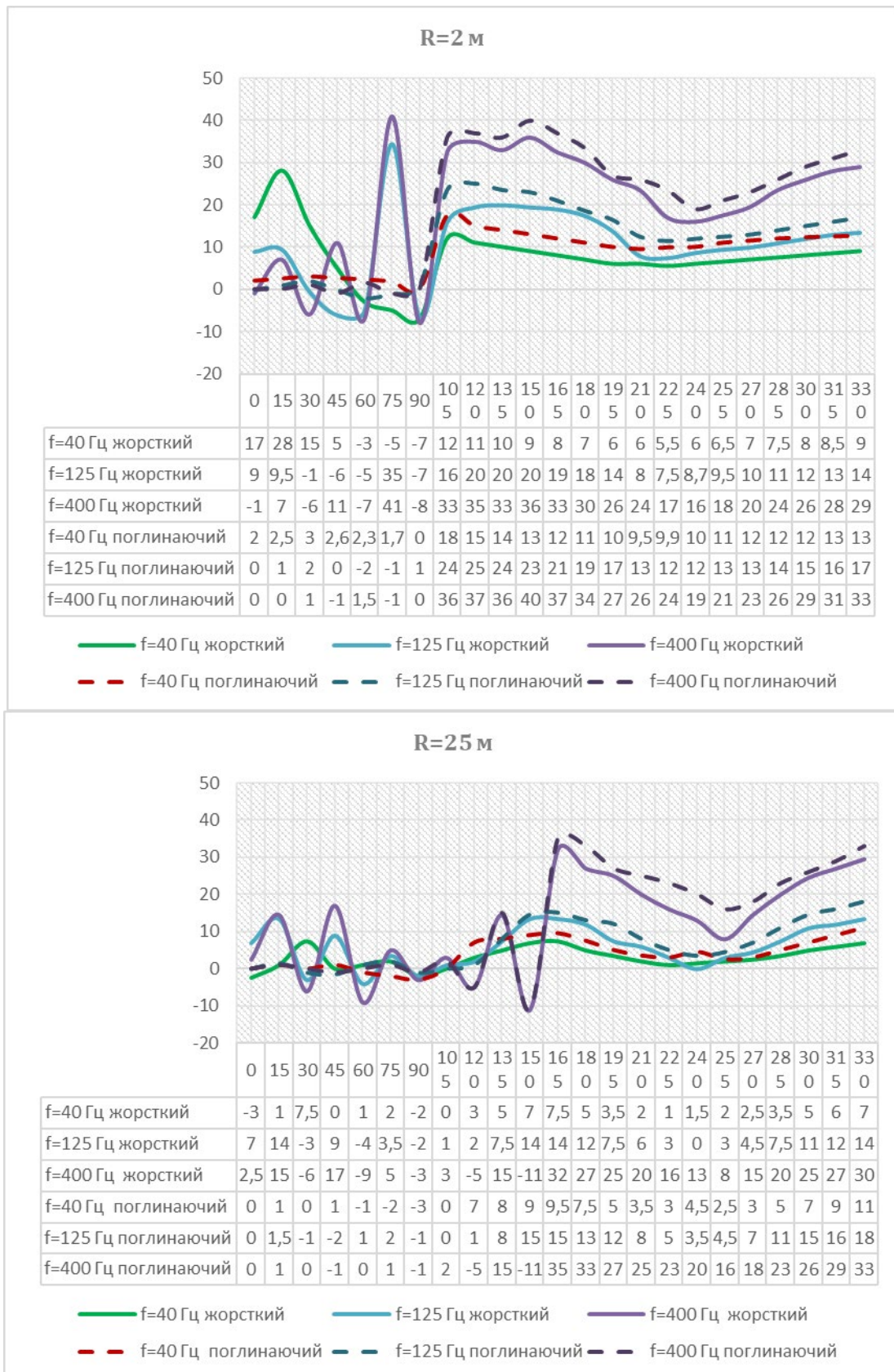
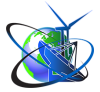
**Рисунок 10 – Ефективність екранів в залежності від відстані до джерела звуку**

Відповідно на низьких частотах (40 Гц) підвищення ефективності за рахунок поглинання звуку проявляється вже при куті 120°, на високих частотах (400 Гц), вплив поглинання звуку відбувається лише при досягненні максимальних значень ефективності при куті 170°. При цьому найвищий показник приросту ефективності екрана за рахунок поглинання звуку не залежить від частоти і становить при умовах наближених до реальних на автодорозі М-06 Київ – Чоп 3 дБ незалежно від відстані до екрана.



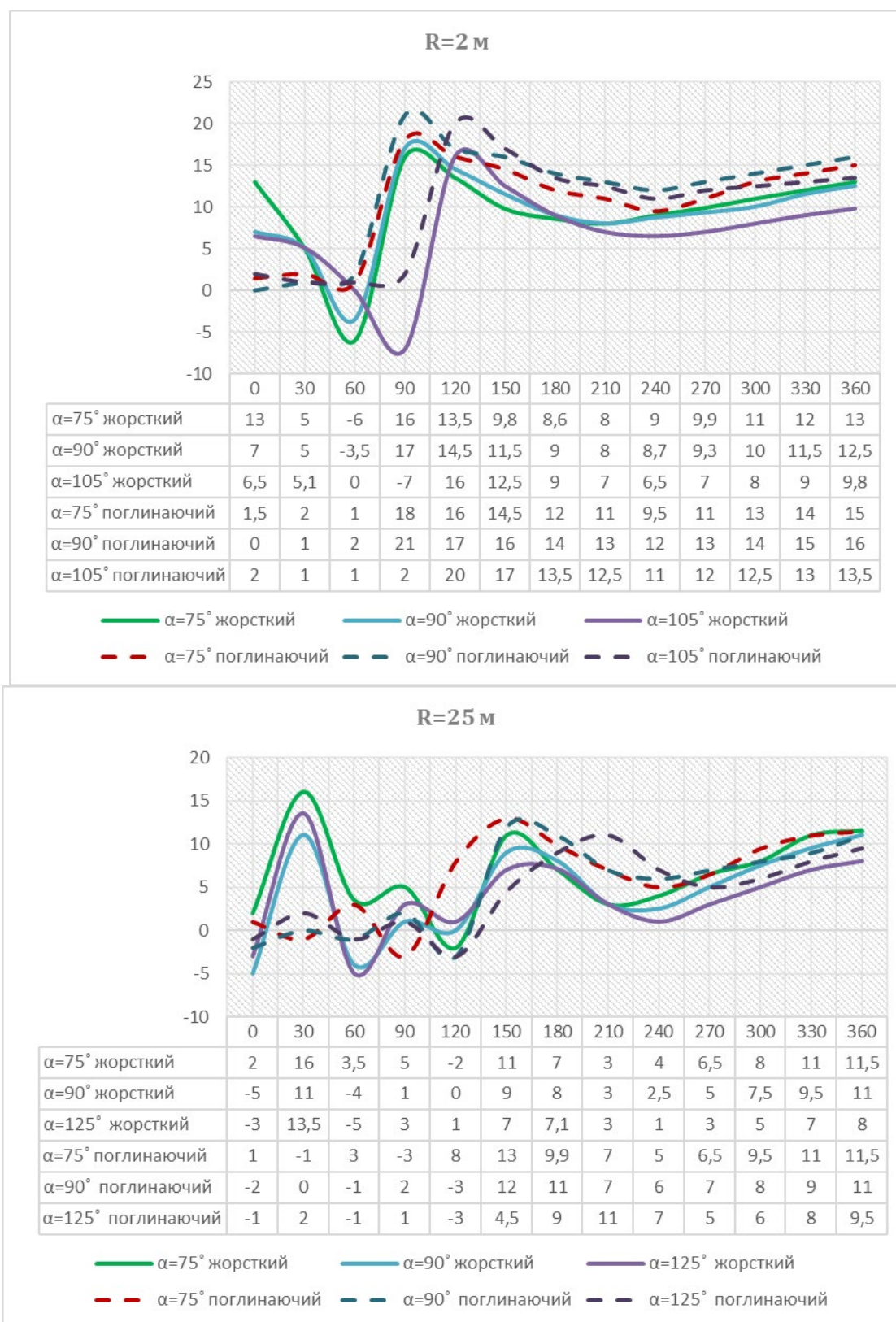
**Рисунок 11 – Ефективність екранів в залежності від частоти на відстанях (R) від основи 2 та 25 м**





**Рисунок 12 – Ефективність екранів в залежності від частоти на відстанях (R) від основи 2 та 25 м**





**Рисунок 13 – Ефективність екранів в залежності від кута нахилу на відстанях (R) від основи 2 та 25 м**

Вплив величини кута нахилу екрана (рисунок 12) на його ефективність для малих (менших за його висоту) відстаней від екрана подібна до ефективності жорсткого акустичного екрана. Для кутів від 90° до 165° при віддалені від



екрана, нахиленого в бік джерела звуку, його ефективність є більшою за ефективність екрана вертикального, а ефективність для кутів від  $190^\circ$  до  $210^\circ$  нахиленого в бік території шумозахисного є більшою, ніж для вертикального екрана.

Тобто, вплив поглинання звуку на ефективність екрана зі збільшенням кута спостереження зростає для кутів близьких до  $360^\circ$  та збільшується до 4 дБ у порівнянні із акустично жорстким екраном.

### **Висновки.**

1. Напрямок найвищої ефективності екрана лежить в межах кутів від  $150^\circ$  до  $210^\circ$  та суттєво залежить від кута нахилу екрана, частоти звуку, та відстані між екраном та джерелом звуку і практично не залежить від висоти екрана;

2. Напрямок найнижчої ефективності екрана (межах кутів  $210^\circ$ – $270^\circ$ ) суттєво залежить від кута нахилу екрана та частоти звуку і практично не залежить від відстані між джерелом звуку екраном та його висоти;

3. Ефективність екрана зростає при збільшенні його частоти і висоти та зменшенні відстані між джерелом звуку та екраном. Для більшості напрямків ефективність екрана зростає при нахиленні екрана (в межах  $15^\circ$ – $20^\circ$ ) в бік джерела звуку. Проте за екраном є такі точки, де ефективність вертикального чи нахиленого від джерела звуку екрана може бути більшою. Тобто кут нахилу екрана є таким конструктивним значенням, змінюючи яке досягається зростання ефективності екрана без підвищення його висоти;

4. Зміна кута нахилу за екраном жорсткої півплощини відчутно впливає на конфігурацію поля ефективності. Малі кути нахилу дають інтерференційну картину, що обумовлена відбитим від жорсткої площини за екраном звуком та дифрагмованим звуком крізь верхню кромку цього екрана.

5. Ефективність звукопоглинального екрана на 2–5 дБ більша, ніж жорсткого. Підвищення за рахунок звукопоглинання ефективності екрана проявляється найбільше біля розташованих якомога ближче до екрана точок та для великих кутів звукової тіні.

### **Література**

1. ГБН В.2.3-37641918-556:2015 Автомобільні дороги. Споруди шумозахисні. Вимоги до проектування.

2. ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій.

3. Трохименко М.П. Вплив параметрів шумозахисного екрана на його ефективність / М.П. Трохименко, В.П. Заєць // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – Випуск 36. – 2010. – С. 71–76.

4. Заєць В.П. Зниження шуму шумозахисними екранами / В.П. Заєць // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2012. – №6/10(60). – С.25–33.

5. Monazzam M. R. On the application of partial barriers for spinning machine noise control: a theoretical and experimental approach / M. R. Monazzam, A. Nezafat // Iranian J. of Environ. Health Sci. & Eng. — 2007. — Vol. 4, № 2. — P. 113 – 120.

6. ДСТУ EN ISO 11201:2016 Акустика. Шум, утворюваний машинами та



устаткуванням. Визначення рівнів звукового тиску випромінення на робочому місці та в інших визначених місцях у практично вільному полі над звуковідбивальною площиною без урахування поправок на середовище (EN ISO 11201:2010, IDT; ISO 11201:2010, IDT).

**Abstract.** *One of the important transport environmental problems is the issue of noise reduction in populated areas and places where people are constantly staying. Excessive noise levels are on a par with air and water pollution in terms of their negative impact.*

*To determine the acoustic characteristics of noise barriers, experimental studies were conducted in laboratory conditions. Conditions close to ideal, including background noise and weather conditions that corresponded to those in the area where vehicles travel, were recreated.*

*The aim of the experiment was to investigate the effectiveness of noise barriers when used to reduce traffic noise levels.*

**Keywords:** *noise protection screen, vehicles, residential area, sound frequency, screen angle, distance.*

Статтю надіслано: 27.12.2024 р.

© Талах Л.О.



UDK 691.32

**REGULATION OF POROSITY OF FINE-GRAINED CONCRETES WITH A MIXTURE OF CARBONATES AND SURFACTANTS****Shyshkin O.O.***d.t.s., prof.,*

ORCID: 0000-0003-3331-1422

**Domnichen A.O.**

Post-graduate Student

ORCID: 0000-0001-5916-3160

Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih,

Vitaly Matusevich str, 11, Kryvyi Rih, 50027, Ukraine

**Abstract.** *The purpose of the work is the theoretical justification of the mechanism of water structuring using the effect of hydrophilic hydration on the example of using a polycarboxylate superplasticizer as a nanomodifier. To achieve the goal, the following tasks were set: to conduct experimental studies of the mechanism of influence of colloidal hydrophilic surfactants on the structure of water. The paper presents the results of theoretical studies of the influence of colloidal hydrophilic surfactants on the structure of water and the mechanism of Portland cement hydration. It is shown that the introduction of these surface-active substances into water in very low concentrations leads to the effect of hydrophilic hydration, that is, changes in the interaction between water molecules. Hydrophilic hydration in water contributes to the formation of the porous structure of concrete. It was established that hydrophilic hydration is characterized by the fact that part of the dissolved substance inhibits the translational movement of water molecules and is associated with the fact that part of the solution space, corresponding to the own volume of the dissolved substance particles, is oversaturated with water molecules. Hydrophilic and hydrophobic hydration have different mechanisms. Large hydrophilic ions cause ordering of the water structure. Having a more ordered structure than pure water, solutions of these substances require less work for dissolution, as a result of which the solubility of the latter increases. The conducted experiments make it possible to draw an unequivocal conclusion that polar groups are not capable of hindering hydrophilic hydration. The introduction of molecules of hydrophilic surfactants in the form of dimers into water leads to the structuring of water, that is, the formation of a continuous fractal network of water molecules.*

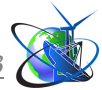
**Key words:** *fine-grained concrete, Portland cement, hydration, modification, surfactant, water activation*

**Introduction.**

Concrete production is one of the most important components of the construction industry, which significantly affects the development and functioning of other components. High-quality concrete is one of the main factors in the industrial development of society and its material growth. According to preliminary estimates, the need for concrete for the restoration of damaged civilian and industrial facilities will more than double. Concrete is one of the most important building materials that is widely used in modern construction. However, over time, its nutritional properties may deteriorate, which leads to a decrease in the quality of construction work. Therefore, it is important to know the possible ways that can lead to the prolongation of the preservation of the established consumable properties of cement

**Problem statement and its connection with the most important scientific and practical tasks.** According to H. Taylor's definition, composite Portland cements are a hydraulic binder consisting of grinding products of Portland cement clinker,





additives that regulate the technological properties of cement dough and one or more mineral additives. The most important of them are blast furnace granular slag, removal ashes, natural pozzolans, trepel, opoka, microsilica. As mineral additives in Portland cements, waste from many industries can be used, or dump rocks formed in quarries during the opening of the main cement raw materials. In the domestic literature, such Portland cements were called multicomponent or mixed.

Artificial stone, which is formed during the hardening process of cement, is a capillary-porous body. That is, its volume is permeated with a network of pores of different sizes. Through these pores, components of an aggressive environment penetrate deep into the cement (concrete) stone, which lead to its destruction. Therefore, the solution to the issue of regulating the porosity of concrete, in particular fine-grained concrete, is quite relevant

#### **Analysis of recent research and publications.**

A large number of studies are devoted to the study of the properties of composite Portland cements and their influence on the quality of the resulting concretes [1-7].

It is believed that filler additives are also involved in chemical processes occurring during the hydration and hardening of cements, but their interaction with cement hydration products is very slow, so their effect on cement properties is limited, mainly, by improving its grain composition [8]. These additives include natural ones. calcium and magnesium silicates (wollastonite, diopside, rankinite, dunite), as well as calcium and magnesium carbonates (limestone, dolomite, dolomitized limestones, chalk).

Making cement from several main components makes it possible to optimize the properties of cement by exploiting the strengths of individual components and inhibiting their shortcomings. In addition, it gives the manufacturer a high level of flexibility in the choice of material, the content of individual components, as well as in the choice of cement grinding technology and parameters of the mixing process of components. Thus, in the work [7], the influence of microstructure on the physical properties of concrete made by replacing part of the fine aggregate with mineral powder was studied. The caution shown by cement producers when mastering the production of composite Portland cements is primarily explained by the poor study of the combined effect of several simultaneously introduced mineral additives on the properties of cements.

The question of the active participation of carbonate additives in the chemical processes occurring during the hydration of composite Portland cements is still debatable. Usually, these additives are classified as fillers. With their possible interaction with the hydration products of clinker minerals, the above hydrate phases cannot be formed, until only the possibility of interaction of  $\text{CaCO}_3$  with calcium hydroaluminates with the formation of calcium hydrocarboaluminate of the composition  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  [8]. According to the authors, hydrocarboaluminate crystallizes in the form of hexagonal plates, which rapidly increase in size and turn into crystalline growths that form dense accumulations on the surface of cement and calcium carbonate particles, providing increased bonding strength.

In the paper [9] the effect of the addition of limestone on the mechanisms of



calcium leaching in cement-based materials is investigated, in the work [9] – the durability of concrete with the addition of limestone powder is investigated, in the work [10] – the hydration of  $C_3A$  in the presence of  $Ca(OH)_2$ ,  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  and  $CaCO_3$  is investigated.

Only in the work [11] the physicochemical properties of aqueous suspensions of microfillers with superplasticizers were investigated. Where carbonates were used as microfillers, but the formation of porosity of cement stone was not studied.

Taking into account the results of the work [12], it was investigated to ensure the uniformity of the strength of fine-grained concrete based on modified composite cement, which contained carbonates and a superplasticizer [11], but the formation of porosity of cement stone was also not investigated.

**The purpose and objectives of the work:** to determine the effect of the carbonate component and the superplasticizer on the porosity of cement stone (fine-grained concrete). To achieve this goal, it was necessary to solve the following tasks: to determine the influence of the carbonate component on the porosity of fine-grained concrete; to determine the effect of the superplasticizer on the porosity of fine-grained concrete.

#### **Materials and methods of research.**

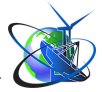
The methodology of the study was based on theoretical and empirical methods based on experiment, comparison, generalization, system approach, mathematical modeling, planning and processing of experimental results. The work was carried out using the system-structural approach of construction materials science "composition - structure - properties". Experimental studies were carried out on laboratory samples manufactured and tested on certified equipment in accordance with the current regulatory documents of Ukraine using standard test methods.

The study was carried out using cement SEM II/B-S 400 of Kryvyi Rih Cement PJSC, containing 35% of blast furnace granular slag, and modifiers – hyperplasticizer of organic origin Sika Plast-520, chalk. As a fine aggregate for testing fine-grained concrete, polyfraction river Dnieper sand was used. The ratio of fine aggregate to cement (by weight) was 3:1.

The components of the concrete mixture were moistened to the humidity determined by the experiment plan and the mass was mixed for 4 minutes. The superplasticizer was injected with an aqueous solution at the rate of Sika Plast-520 - per mass of cement. Experimental samples with a side size of 40x40x160 mm were made by vibration molding, some of which, after hardening in air for 3 days, continued to harden in air, and the other part in water.

An indirect assessment of the effect of modifiers on the kinetics of cement hardening at a water-cement ratio (V/C) of 0.5, 0.55 and 0.60 was carried out based on the results of determining the curing time on the Vika device. Determination of the effect of modifiers on the hardening of cement stone in the early stages was carried out on cement samples with V/C 0.5, 0.55 and 0.60. The main indicators of the properties of concrete samples determined in the experiment were chosen: compressive and bending strength. Determination of these indicators was carried out according to the methodology of the relevant State Standards of Ukraine/

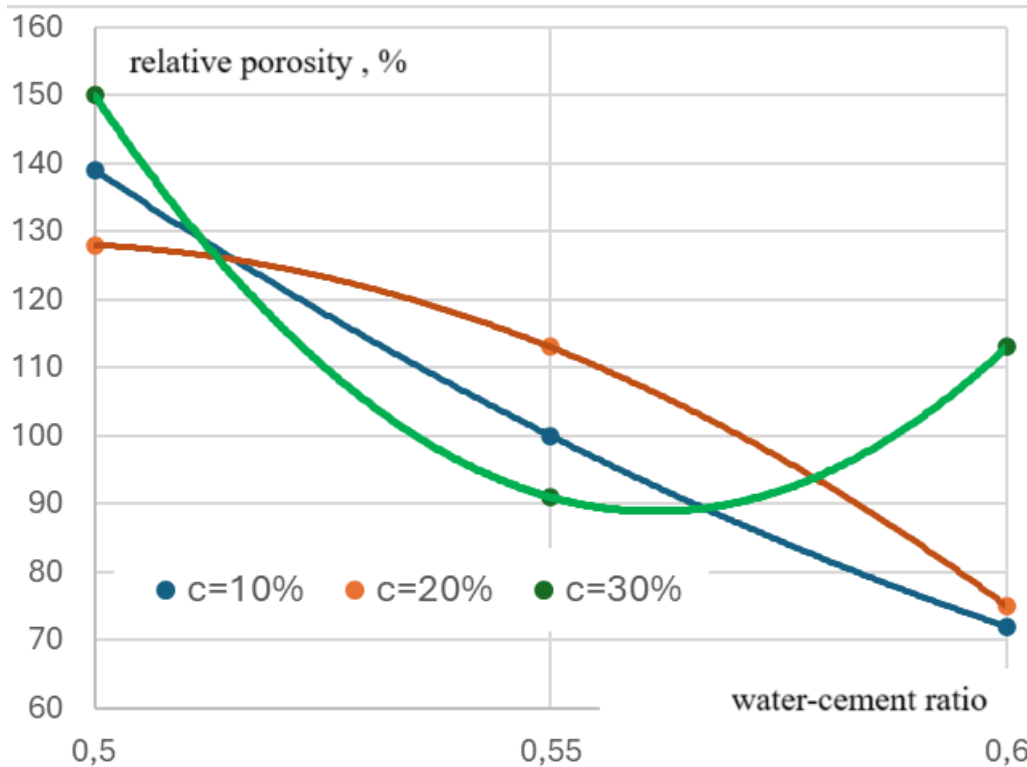
To simplify and clarify the processing of results, the strength and porosity of



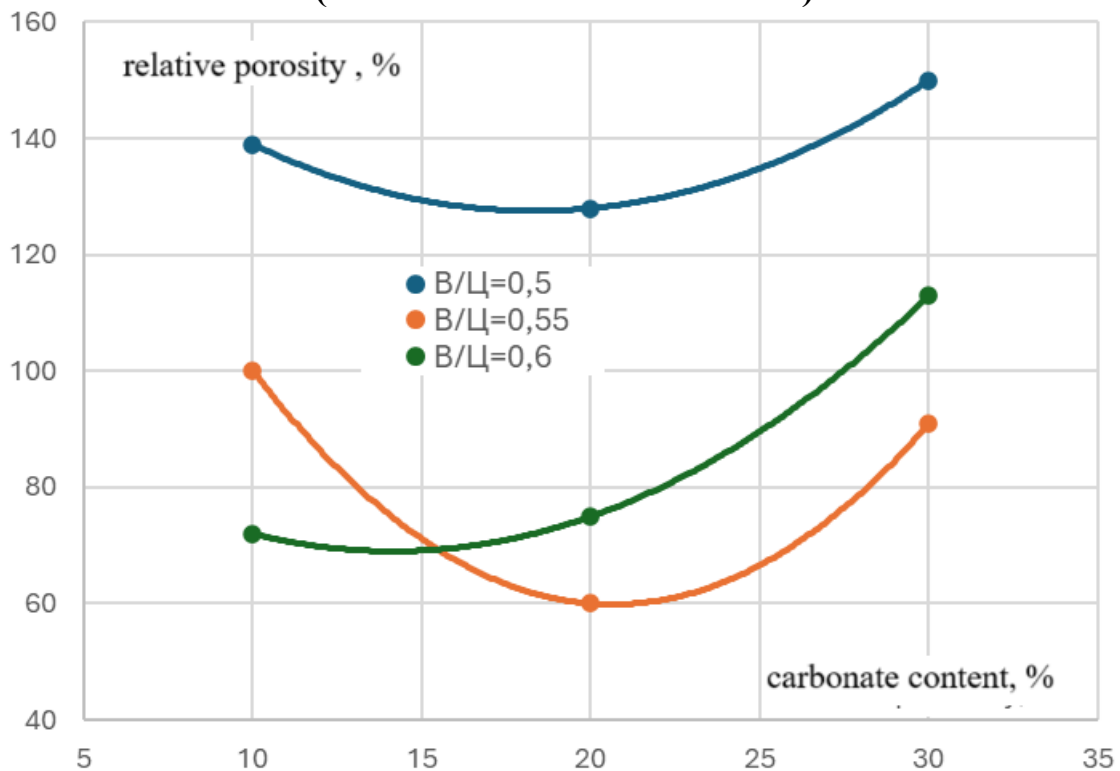
concrete were converted into relative units (%).

**Research results.**

The results of determining the porosity of cement concrete samples at the early stages of hardening with V/C = 0.50–0.60 are presented in Fig. 1 and Fig. 2.

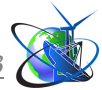


**Figure 1. The effect of the water-cement ratio on the porosity of concrete (c – calcium carbonate content)**



**Figure 2. The effect of the water-cement ratio on the porosity of concrete (V/C – water-cement ratio)**

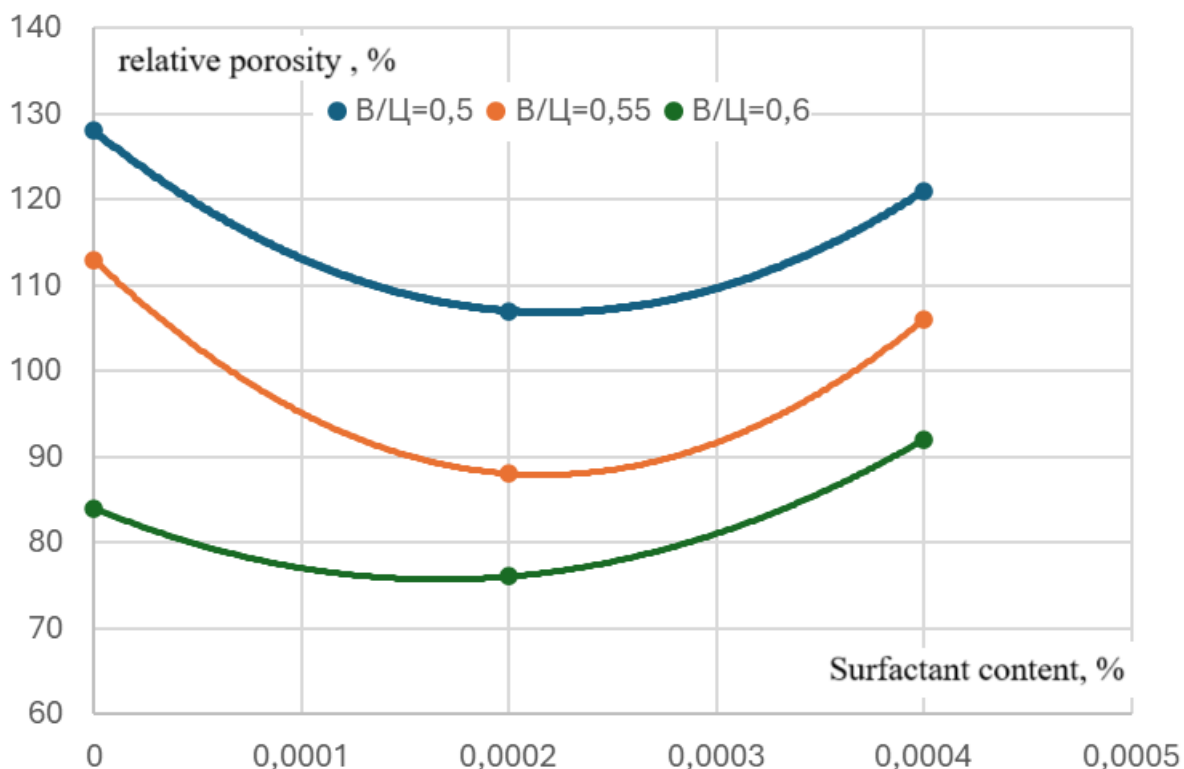




It should be noted that, as the results of experiments show, the degree of influence of calcium carbonate on the porosity of concrete depends on the value of the water-cement ratio. Within the framework of the experiment (with a water-cement ratio of 0.5 to 0.6), the dependence of the magnitude of the porosity of concrete on the concentration of the modifier (carbonate) has a form close to a parabola. At the same time, there is a minimum value of porosity at a concentration of the modifier (carbonate) of about 20%. However, in most cases, the porosity remains greater than the porosity of concrete without carbonate.

The indicated optimal value of carbonate content coincides with the results of determining the effect of the carbonate modifier on the strength of concrete [11], which also has the form of a parabola, which has a maximum value of concrete strength at a modifier concentration of 20%.

The introduction of a surfactant into the "Portland cement – carbonate" system, which ensures the flow of hydration of the hydrophilic type [12], leads to a significant decrease in the porosity of concrete (Fig. 3).



**Figure 3. Effect of surfactant (surfactant) on porosity fine-grained concrete, which contains 20% calcium carbonates**

Based on the results obtained, the theoretical model of the initial phase of the interaction of cement with structured water can be presented as follows. In the process of cement hydration, one problem arises – the lack of water for hydration at values of  $W/C$ , which does not exceed a certain value of  $[W/C]_m$  (under experimental conditions  $[W/C]_m$  – less than 0.55). the formation of evenly distributed pores in the cement stone, into which the resulting Portlandite and ettringite migrate. As a result, the structure of cement stone is formed with a high content of high-strength, low-basic calcium hydrosilicates. This leads to an increase in the strength of the cement



stone by almost 2 times [11]. The difference between the "cement particle – structured water" system is that when its reactants collide, water molecules (respectively, protons) are actively absorbed by the hyperamorphized layer of the cement particle. Protons penetrating the amorphized layer of the cement particle have abnormally high mobility and high penetration and bind strongly to electronegative oxygen atoms and form hydroxylions. The appearance of active  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $(\text{SiO}_4)^{4-}$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{OH}^-$  and others, their fleeting interaction is the reason for the increase in the strength of concrete at  $W/C > [W/C]_m$ , despite the increase in its porosity. Since protons from water molecules on the surface migrate into the original cement crystal, calcium atoms move in the opposite direction and, to a lesser extent, silicon outside into solution through hydration products.

The inability to remove all the questions that have arisen within the framework of this study determines the direction of further research. They, in particular, should be focused on identifying the composition of neoplasms in the process of hydration of the "Portland cement – water modified in the process of hydrophilic hydration" system.

### Conclusion.

Water activation by the use of the hydrophilic hydration mechanism significantly affects the change in the nature of the processes of hardening and structure formation of fine-grained concrete. The peculiarities of the formation of the structure of fine-grained concrete, which is obtained on the basis of water activated by the use of the hydrophilic hydration mechanism, are the ambiguous effect of the amount of water modifier on the porosity of concrete. Separately, it should be noted that the experiments carried out confirmed the main provisions of the theory of ultra-low concentration, which has not yet

### References

1. Sanitskyi M.A., Poznyak O.R. Nanomodified building materials. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2019. 250 c..
2. Kovalchuk O.Yu., Grigorenko O.V. Technology of concrete and reinforced concrete products. Kyiv: Lira Publishing House-K, 2022. 280 c.
3. Dvorkin L.Y., Zhitkovsky V.V. Special Concretes. Rivne:NUWGP, 2021. 350 c.
4. Kindratsky V.V. Chemical additives for concrete and building solutions. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2018. 180 c.
5. Pushkareva K.K., Bambura A.M. Durability of concrete and reinforced concrete structures. Kyiv: Lira Publishing House-K, 2021. 300 c.
6. Kravchenko O.V. Modern technologies of cement production. Kyiv: Lira-K Publishing House", 2019. 210 c.
7. Koval S.V. Development of Scientific Foundations of Concrete Modification by Multifunctional Additives. dis. ... Dr. Tech. Sciences: 05.23.05. 2004. 43c.
8. Catinaud S. Beaudoin J.J., Marchand J. Influence of limestone addition on calcium leaching mechanisms in cement-based materials. *Cement and Concrete Research*. 2000. Vol. 30. P. 1961-1968.
9. Belichenko O.A., Tolmachev S.M. Study of physical and chemical properties



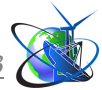
of aqueous suspensions of microfillers with superplasticizers. Collection of scientific papers *Resource-saving materials, structures, buildings and structures*. Rivne. 2020. 38. c. 66-79.

10. Kuzel H.J. Poellmann H. Hydration of  $C_3A$  in the presence of  $Ca(OH)_2$ ,  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  and  $CaCO_3$ . *Cement and Concrete Research*. 1991. Vol. 21. P. 885-895.

11. Shyshkina A, Domnichev A. Ensuring uniformity of strength of fine-grained concrete based on modified composite cement. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2024 1(6 (127), 47–53.

12. Shyshkina A., Shyshkin A. Application of micellar catalysis and the effect of ultralow doses in concrete production. *Technology Reports of Kansai University*. Vol. 62, Issue 08, September, 2020. 4523-4529.





УДК 627.21

ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL METHODS  
DURING THE RECONSTRUCTION OF HYDROTECHNICAL  
STRUCTURESАНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СПОСОБІВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ГІДРОТЕХНІЧНИХ  
СПОРУД

Slobodianyk H. V. / Слободяник Г. В.

*s.t.s., docent. / к.т.н., доцент*

ORCID: 0000-0002-1453-6290

Pustovoy D. V. / Пустовой Д. В.

*student / студент*

Slobodianyk A. V. / Слободяник А. В.

*student / студент*

Odessa National Maritime University, Odessa, Mechnikova, 34, 65029

Одеський національний морський університет, Одеса, вул. Мечникова, 34, 65029

**Анотація.** Розвиток нових способів перевезень вантажів морським шляхом та поява спеціалізованих суден великої водотоннажності призвело до того, що більшу частину причального фронту портів України треба реконструювати. Не всі існуючі методи реконструкції та посилення можливо реалізувати у стиснених умовах мінімально порушуючи діяльність порту. В роботі проаналізовані деякі сучасні технології, які можливо використовувати при реконструкції та посиленні різних типів гідротехнічних споруд (причальних споруд, огорожувальних споруд, берегозахисних стінках, греблях). Це використання методу імплантації, ґрунтових анкерів, закріплення ґрунту основи та засипки. Приведено їх переваги та недоліки, приклади використання в сучасній гідротехніці.

**Ключові слова:** реконструкція, посилення, метод імплантації, ґрунтові анкери, струменева цементация ґрунтів.

**Вступ.**

Інтенсивний розвиток нових способів перевезень різних типів вантажів морським шляхом та поява спеціалізованих суден великої водотоннажності призвело до того, що більша частина причального фронту портів України морально застаріла в технічному відношенні. Багато існуючих причалів зараз експлуатуються за межами проектного терміну служби. Невідповідність їх технічних параметрів сучасним судам та методам обробки вантажів призводить до невиправданих економічних втрат.

Прагнення збільшити зростання вантажообігу портів за наявності існуючого причального фронту останнім часом призвело також до погіршення технічного стану причалів. До причин, що викликали цей процес, можна віднести:

- порушення правил технічної експлуатації причальних споруд (перевищення максимально допустимих експлуатаційних навантажень, нерегламентований навал суден при підході до причалу);
- відсутність достатніх коштів на проведення необхідних реконструктивних заходів;
- наростання процесів фізичного та морального зносу, пов'язаних із терміном експлуатації споруд.



Щоб конкурувати з портами інших держав, нарощуючи вантажообіг, потрібна термінова реконструкція (посилення) та модернізація причального фронту майже всіх українських портів [1].

Крім цього, в процесі експлуатації поступово знижується міцність конструкції, з'являються деформації, і, якщо не вжити запобіжних заходів з часом споруди руйнуються. Це може відбуватися повільно і непомітно і таким чином створювати уявлення повного благополуччя. В результаті можуть статися несподівані важкі аварії, яких можна було б легко уникнути.

При проектуванні і здійсненні робіт з реконструкції гідротехнічних споруд або посилення слід віддавати перевагу тим методам та варіантам, які в мінімальному ступені порушують експлуатаційну діяльність порту, або його частини, і які забезпечують виконання будівельно-монтажних робіт в найбільш короткий термін. К таким методам можливо віднести ті, при котрих відсутня необхідність в частковому розбиранні існуючої конструкції та розуцілення ґрунту зворотньої засипки. При цьому немає необхідності у винесенні нової лінії кордону на великі відстані.

#### **Викладення основного матеріалу.**

У цій роботі розглянуті та проаналізовані способи реконструкції гідротехнічних споруд за допомогою сучасних технологічних засобів, які мінімізують втручання в існуючі споруди.

Новітнім методом на даний час є метод імплантації [2]. Це метод будівництва та реконструкції, який включає гідравлічне вдавлення елементів конструкції, що складаються з рами і основи, в землю з використанням статичного навантаження для створення стійких конструкцій (конструкцій імплантації), інтегрованих із землею.

Метод імплантації економить місце і дозволяє завчасно зводити конструкції без тимчасових робіт, просто втискуючи елементи конструкцій у землю. Завдяки простому та раціональному методу з використанням компактного системного обладнання, яке зводить до мінімуму діапазон впливу робіт, та високоякісних конструктивних елементів, зміни топографії зводяться до мінімуму, а вплив на довкілля при зведенні конструкцій зводиться до мінімуму. Крім того, переміщення або видалення можна легко виконати шляхом вилучення структурних елементів, і, таким чином, це метод будівництва, який втілює в собі функціонально-орієнтовані структури відповідно до життєвого циклу, придатного для вторинної переробки, наприклад, повторне використання віддалених матеріалів для іншої цілі.

Для методу імплантації використовується Silent piler [3]. Це гідравлічна машина для запресовування та виймання паль, винайдена компанією GIKEN у 1975 році. Вона являє собою перше в світі практичне застосування «принципу запресовування» та працює шляхом затискання кількох паль або шпунтових паль, уже вбудованих у землю, потім використовує силу опору витягу як силу реакції, щоб штовхнути наступну палі в землю за допомогою статичного навантаження, використовуючи гідравлічний тиск.

Легка та компактна машина без вібрації та шуму дає змогу будувати за різних обмежень. Вона використовується в різноманітних будівельних



середовищах: дороги, залізниці, аеропорти, енергетичні об'єкти, водопровідні та каналізаційні системи, річки, гавані, узбережжя, море, боротьба з ерозією та загальне будівництво.



Рисунок 1 – Silent piler

Ще одною системою є GRB System — це будівельна технологія, яка виконує всі роботи з укладання палів, такі як транспортування палів, закапування палів і запресовування поверх готових палів [2].

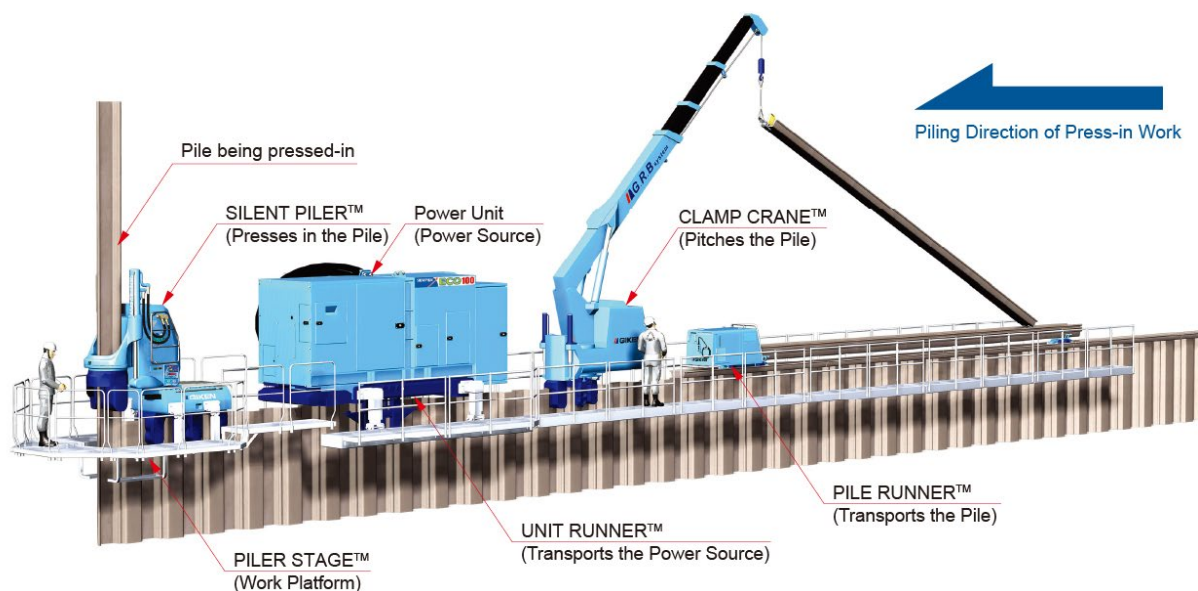


Рисунок 2 – GRB System

Вона складається з:

1. Clamp crane - це обладнання, яке використовується поверх готових палів для зведення наступних палів.
2. Unit runner — це обладнання, яке використовується поверх завершених палів для транспортування силового агрегату, який є джерелом живлення для машини для пресування.
3. Pile runner — це обладнання, яке використовується поверх завершених палів для транспортування палових матеріалів, таких як сталеві шпунтові палі та сталеві трубчасті палі.



Прикладом використання можливо привести плавуче місто Венеція, Італія (рис. 3). Цей красивий плавучий острів був побудований з нескінченної кількості палів модрина в заболочених місцях Адріатичного моря, і зараз він знаходиться на межі затоплення через підвищення рівня моря, спричиненого змінами атмосферного тиску та глобальним потеплінням. Таким чином, кілька одиниць системи GRB були розміщені для створення дамби імплантату протягом короткого періоду часу. Він захищає спадщину від затоплення, не впливаючи на історичні будівлі та повсякденне життя городян.



**Рисунок 3 – Дамба у Венеції**

Даний метод можливо використовувати без проведення тимчасових робіт та споруд на замкнутих чи обмежених майданчиках. Застосовується до широкого спектру властивостей стін і може охоплювати всі рівні висоти, що утримується, необхідні в сучасній будівельній галузі. Метод вдавлювання дозволяє виконувати встановлення палів у складних ґрунтових умовах, таких як камінь або змішаний ґрунт, підземні перешкоди або скелі.

Іншим методом реконструкції є метод використання ґрунтових анкерів.

Ґрунтові анкери — ефективний інструмент для реконструкції гідротехнічних споруд, який дозволяє укріпити конструкції та запобігти їх зміщенню та руйнуванню. Ґрунтові анкери активно використовуються в реконструкції гідротехнічних споруд, таких як дамби, берегоукріплення, шлюзи та схили. Анкери дозволяють забезпечити надійне зчеплення конструкції з ґрунтом і ефективно протистояти силам, які викликають зміщення або руйнування споруди під впливом води чи інших факторів [4].

Прикладом використання цього методу є реконструкція причалу №7 Одеського порту (рис. 4) [5-6].

Ґрунтові анкерні конструкції являють собою конструкцію, призначену для передачі навантажень від конструкції, яку фіксують, безпосередньо до несучих шарів ґрунту.



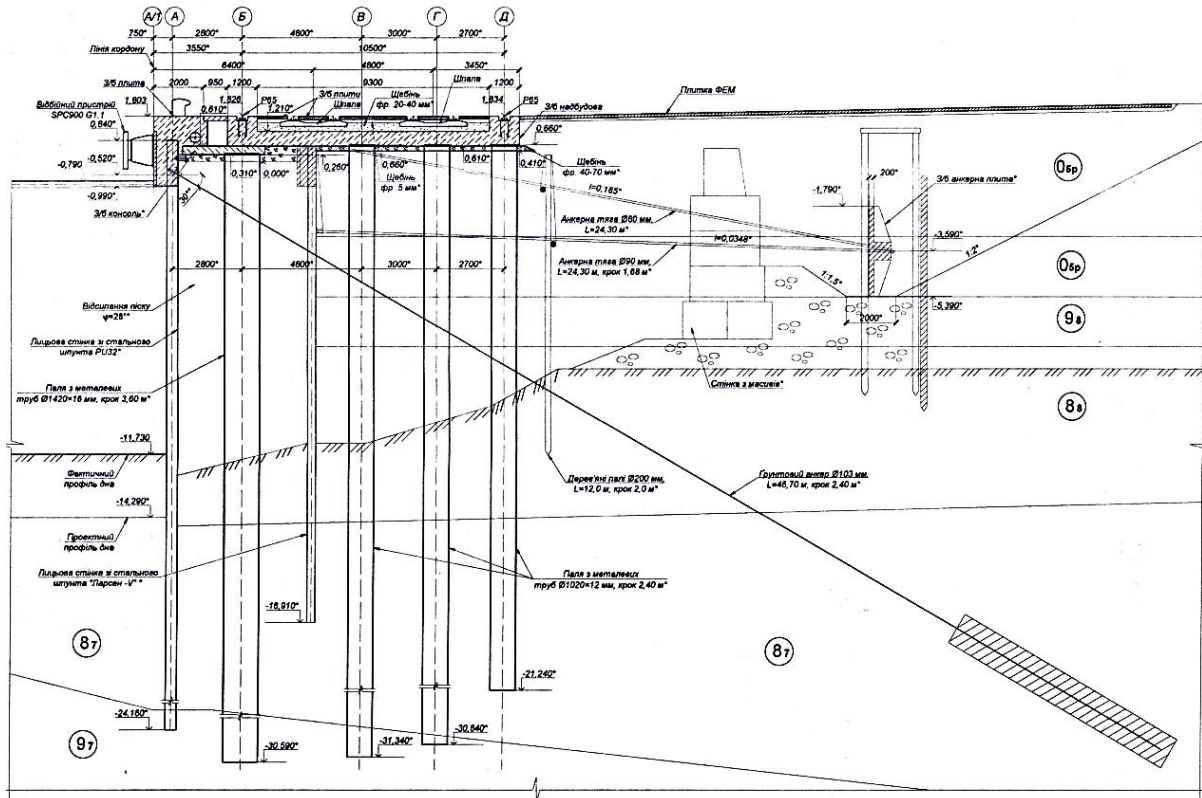


Рисунок 4 – Причал №7 Одеського порту

Подібного виду кріплення можна застосовувати при роботі з обгородженими котлованами. Застосування ґрунтового анкера при монтажі котловану гарантує легкість зведеної конструкції, дозволить вести будівельні роботи поруч з готовою спорудою, при цьому відсутня будь-яка загроза деформацій. Ґрунтові анкерні кріплення звільняють внутрішній простір котлованів, що сприяє легкому і швидкого проведення будівництва.

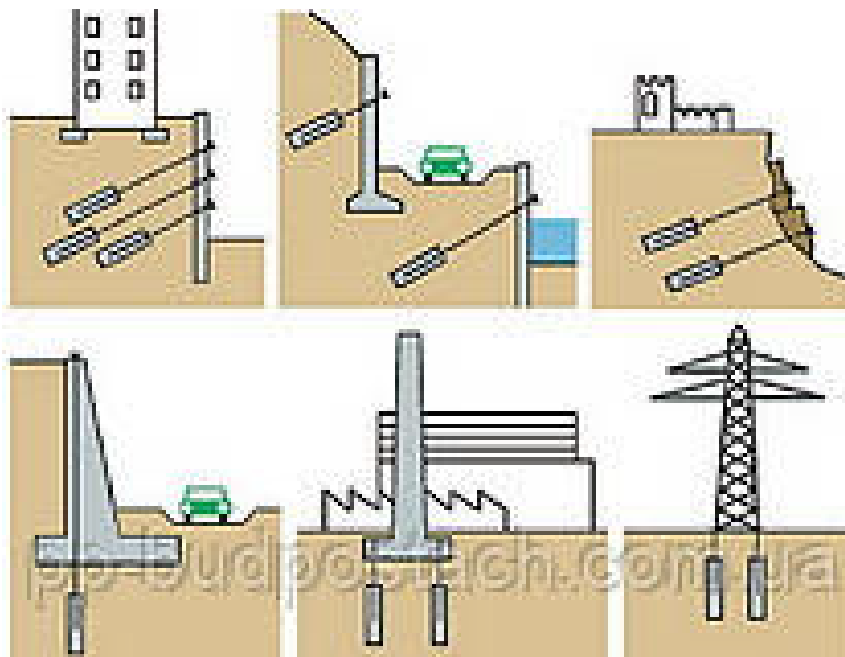


Рисунок 5 – Приклади використання ґрунтових анкерів



Широку популярність придбала попередньо-навантажена фіксація ґрунтового анкера. Саме вона допомагає запобігати ущільненню ґрунтових поверхонь уздовж котловану. Фіксація анкерами часто зустрічається при будівництві на різноманітних типах ґрунту. Виняток — просідаючі ґрунти.

Анкерна фіксація включає в себе такі складові: найважливіша частина ґрунтової анкерної системи, її оголовок, що дозволяє переносити навантаження від деталі, яка фіксується на несучій частині, на саму тягу фіксатора; безпосередньо тяга, що переносити всю тяжкість від самої важливої деталі, оголовка, на корінь кріплення; сам корінь — складова, що переносити тяжкість до ґрунту від тяги кріпильних систем.

Ґрунтові анкери найчастіше монтують за допомогою буріння без промивання або ж з нею. Після буріння проводять установку безпосередньо анкерних стрижнів.

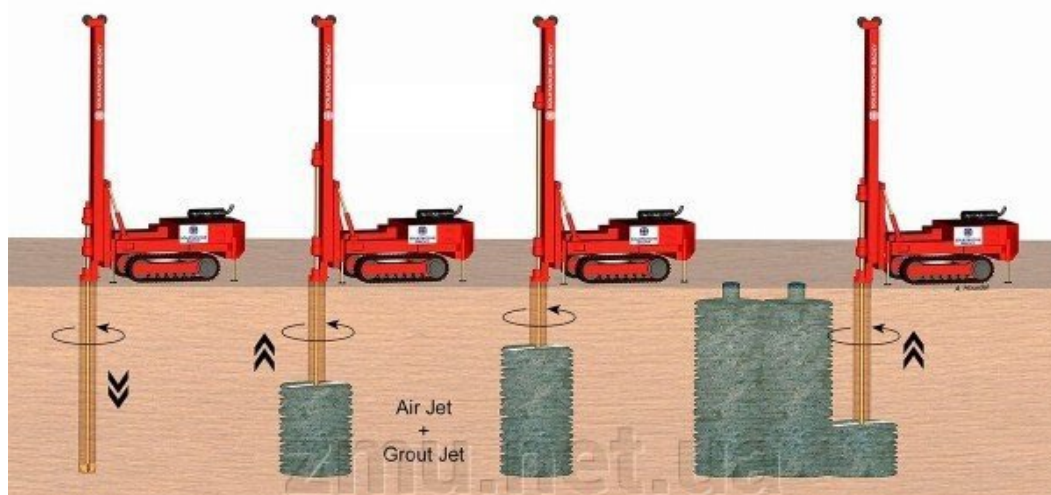
Переваги використання ґрунтових анкерів – надзвичайно висока несуча здатність, не потрібне створення котлованів, висока ступень виготовлення.

Третім методом реконструкції гідротехнічних споруд є струменева цементация ґрунтів [7].

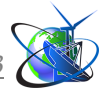
Технологія струменевої цементации ґрунтів з'явилася практично одночасно в трьох країнах — Японії, Італії, Англії. Інженерна ідея виявилася настільки плідною, що протягом останнього десятиліття технологія струменевої цементации миттєво поширилася по всьому світу, дозволяючи не тільки більш ефективно вирішувати традиційні завдання, але і знайти нові рішення інших численних складних проблем в галузі підземного будівництва.

Технологія JET GROUTING (рис. 6) полягає у використанні кінетичної енергії струменя цементного розчину, що спрямовується на руйнування і перемішування ґрунту в масиві без створення в ньому надлишкового тиску.

На першому етапі спеціально обладнаною під JET GROUTING буровою установкою буриться пілотна свердловина діаметром 73–90 мм. Буріння проводиться до розрахункової глибини, яка визначається проектом, з попереднім промиванням водним розчином під тиском, що не перевищує 50 атм. Зрошення подається безпосередньо на ріжучий інструмент (бурову шарошку).



**Рисунок 6 – Схема струменевої цементации JET GROUTING**

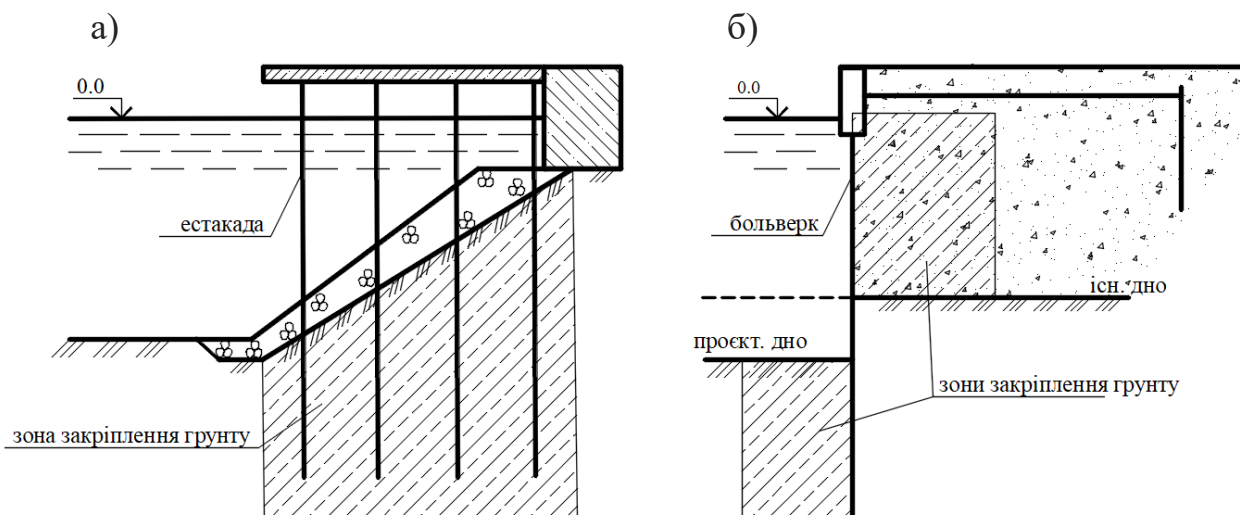


На наступному етапі насосом високого тиску подається водоцементний розчин під тиском 450-500 атм. Цим високим тиском перекривається канал зрошення і відкриваються 2 отвори, в яких встановлені сопла діаметром 0.8–3.0 мм. Повільно обертаючи (обороти 10–25 об. / хв) і, повільно підіймаючи бурову колону, відбувається розрізання і перемішування ґрунту високої кінетичної енергії струменя, яка вивергається з вищевказаних сопел. Виготовлені за цією технологією палі можуть армуватися.

У порівнянні з традиційними технологіями ін'єкційного закріплення ґрунтів, струменева цементация дозволяє зміцнювати практично весь діапазон ґрунтів — від гравійних відкладів до дрібнодисперсних глин і мулів.

Іншою важливою перевагою технології є надзвичайно висока передбачуваність результатів зміцнення ґрунтів. Це дає можливість вже на етапі проектування та укладення підрядних договорів досить точно розрахувати геометричні та характеристики міцності створюваної підземної конструкції (паля, ділянка підпірної стінки), а відповідно — трудовитрати, матеріали та вартість підрядних робіт.

При реконструкції гідротехнічних споруд можливе підсилення пального основи чи закріплення ґрунту перед та за спорудою, надаючи ґрунту основи нові фізико-механічні властивості (рис. 7).



**Рисунок 7 – Закріплення ґрунту:**

**а – посилення оторочки-естакади; б – посилення оторочки-большерк**

Переваги технології:

1. Висока швидкість споруди ґрунтоцементних паль;
2. Можливість роботи в обмежених умовах — в підвальних приміщеннях, поблизу існуючих будівель. В цьому випадку на об'єкті встановлюється тільки малогабаритна бурова установка, а весь ін'єкційний комплекс розташовується на більш зручному віддаленому майданчику;
3. Армування каркасом арматури;
4. Відсутність ударних навантажень, так як на відміну від забивання залізобетонних паль пристрій ґрунтоцементних паль не супроводжується



негативним ударним впливом на фундаменти близько розташованих будівель і споруд.

### **Висновок.**

Загальними перевагами застосування розглянутих технологічних методів реконструкції и посилення гідротехнічних споруд є відсутність необхідності в частковому розбиранні старої конструкції та розуцільнення ґрунту засипки; немає необхідності у винесенні нової лінії кордону на великі відстані; висока швидкість проведення робіт.

Також до переваг розглянутих технологій слід віднести їх економічність, високу продуктивність, можливість ведення робіт у обмежених умовах, відсутність шуму та вібрацій під час виконання робіт, екологічна чистота всіх технологічних операцій, можливість виконання робіт у заданому інтервалі глибин.

### **Література**

1. Проекты Вецкаганса: какие причалы модернизирует и построит АМПУ. URL:[https://cfts.org.ua/articles/esche\\_12\\_proektov\\_vetskagansa\\_kakie\\_prichaly\\_moderniziruet\\_i\\_postroit\\_ampu\\_1204](https://cfts.org.ua/articles/esche_12_proektov_vetskagansa_kakie_prichaly_moderniziruet_i_postroit_ampu_1204) (дата звернення: 23.03.2023).
2. <https://www.giken.com/en/wp-content/uploads/Disaster-Mitigation-Technologies.pdf>
3. <https://www.bosai-jp.org/en/solution/detail/4>
4. <https://alfabud.com.ua/ua/p996837324-vlashtuvannya-ankerov-gruntovyh.html>
5. Пояснювальна записка ДП АМПУ, частина 2. URL:<https://mtu.gov.ua>. (дата звернення: 23.03.2023).
6. Дослідження та вдосконалення конструкторсько-технологічних рішень гідротехнічних споруд. Частина 1: серія монографій/ Аналіз впливу природних умов портів «Великої Одеси» на створення глибоководної портової інфраструктури / [авт. кол. Дубровський М.П., Рогачко С.І., Хонелія Н.Н. та ін.] за ред. М.П. Дубровського. - Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2021 – 135 с.
7. <https://osnova-group.com.ua/uk/rishennya/tehnologii/jet-grouting>

### **References.**

1. Proyeekty Vetskagansa: kakiye prichaly moderniziruyet i postroit AMPU. URL:[https://cfts.org.ua/articles/esche\\_12\\_proektov\\_vetskagansa\\_kakie\\_prichaly\\_moderniziruet\\_i\\_postroit\\_ampu\\_1204](https://cfts.org.ua/articles/esche_12_proektov_vetskagansa_kakie_prichaly_moderniziruet_i_postroit_ampu_1204) (дата звернення: 23.03.2023).
4. <https://www.giken.com/en/wp-content/uploads/Disaster-Mitigation-Technologies.pdf>
5. <https://www.bosai-jp.org/en/solution/detail/4>
4. <https://alfabud.com.ua/ua/p996837324-vlashtuvannya-ankerov-gruntovyh.html>
5. Poyasnitel'naya zapiska kafedry gosudarstvennogo upravleniya USPU, chast' 2. URL: <https://mtu.gov.ua>. (data publikatsii: 23.03.2023).
6. Dal'neyshiye issledovaniya i uglublennoye razvitiye proyektno-tekhnologicheskikh resheniy gidrotekhnicheskikh sporov. Chast' 1: seriya monografiy / Analiz pritoka prirodnykh umov iz portov «Velikoy Odessy» na sozdaniye glubokovodnoy portovoy infrastruktury / [avtor. graf Dubrovskiy M.P., Rogachko S.I., Khonelya N.N. i dr.] pod red. M.P. Dubrovskogo. - Odessa: KUPRIYENKO SV, 2021 – 135 s.
7. <https://osnova-group.com.ua/uk/rishennya/tehnologii/jet-grouting>





**Abstract.** *The development of new methods of cargo transportation by sea and the emergence of specialized large-displacement vessels have led to the fact that most of the berth front of Ukrainian ports must be reconstructed. Not all existing methods of reconstruction and strengthening can be implemented in tight conditions with minimal disruption to port operations. The paper analyzes some modern technologies that can be used in the reconstruction and strengthening of various types of hydraulic structures (berthing structures, fencing structures, coastal protection walls, dams). This is the use of the implantation method, soil anchors, soil stabilization of the foundation and backfill. Their advantages and disadvantages, examples of use in modern hydraulic engineering are given. The considered methods use modern equipment, the advantages of which include their cost-effectiveness, high productivity, the ability to carry out work in limited conditions, the absence of noise and vibration during work, environmental friendliness of all technological operations, the ability to perform work in a given depth range.*

**Key words:** *reconstruction, strengthening, implantation method, soil anchors, jet grouting of soils.*

Стаття відправлена 07.01.2024

© Слободяник Г.В.



UDC 619:636.32/599.735.3

**TECHNOLOGIES FOR IMPROVING THE NATURAL FOOD SUPPLY OF  
WILD UNGULATES ( CERVIDAE )  
ТЕХНОЛОГІЇ ПОКРАЩЕННЯ ПРИРОДНОЇ КОРМОВОЇ БАЗИ ДИКИХ КОПИТНИХ  
ТВАРИН (CERVIDAE)**

**Репко В.О. / Пепко В.О.***s.a.s., senior lecturer. / к.с.-г.н., старший викладач*

ORCID: 0000-0003-2687-1958

*Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Sonyachna str., 3, 21008**Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, Сонячна, 3, 21008*

**Abstract.** Reindeer breeding in Ukraine is becoming widespread and is being formed as a new direction in the field of animal husbandry. Breeding and maintenance of animals in the conditions of farms requires the development and implementation of modern approaches to the system of maintenance, animal welfare criteria, improvement of the system of feeding (supplementation), monitoring and prevention of diseases. The scientific sources of the literature, which contain research data of domestic scientists on issues of ensuring the welfare of deer, have been analyzed. Features of digestion and feeding ecology of deer are given. The technological aspects of improving pastures for deer using mixtures of perennial grasses are highlighted.

**Key words:** grass mixtures, exchangeable energy, pasture, hunting economy, wild ungulates

**Introduction .**

To date, reindeer herding is becoming widespread in Ukraine, as the newest direction in the field of animal husbandry. In many regions, networks of aviaries and farm complexes have formed, which specialize in keeping and breeding animals of the Deer family. For effective keeping and breeding of deer, it is necessary to develop and implement modern approaches to the system of criteria for assessing animal welfare, improving feeding (supplementing) systems, monitoring and disease prevention [1, 2].

In the conditions of modern natural and climatic changes and anthropogenic load on the environment, it is becoming more complicated processes interaction in the system wild animals - the environment environment - activity man, which significantly affects the population of wild ungulates in Europe [2]. Breeding of animals in enclosures determines growth the number and density of animals in the conditions fragmentation natural stations housing (mainly in a limited area), which can lead to the depletion of the natural fodder base and, accordingly, has a negative impact on rural and forest economy [2,3].

In order to prevent the deterioration of the structure of forest plantations, the food of agricultural crops, the migration of animals released into natural ecosystems, as well as to solve a number of issues related to the management of animal populations and their exploitation, it is advisable to create fodder fields using modern methods of agricultural technology and taking into account the ecology of animal nutrition, the peculiarities their physiology. For such fields, it is advisable to use lands that for various reasons are not used in traditional agriculture, in particular meadows, which need improvement. Increasing the productivity of such meadows can be achieved by enriching the soil with fertilizers and sowing mixtures of perennial grasses.



### **Main text.**

Deer belong to of the suborder Ruminantia of the order Cerviformes. A characteristic feature of the digestive system of the Ruminants suborder there are previous splitting and digestion of feed, after its entry into the scar, which occurs with participation microorganisms and further assimilation products fermentation. The alimentary canal of this group of animals has a specific anatomical structure and includes the foreguts (rum, net, book) and proper stomach - abomasum. In the stomachs complex feed components are broken down into simple compounds: carbohydrates - to the volatile fatty acids, proteins - to amino acids and ammonia, and hydrogenation unsaturated of fatty acids leads to formation lipids. Volatile fatty acids are absorbed and are used by the animal organism as plastic and energetic the material C aprofita microflora stomachs, using formed ammonia, synthesizes with the participation of amino acids proteins bacteria scar. This one feature digestion Deer in conditions ability to assimilate animals indigestible for monogastrics animal cellulose and hemicellulose, and rumen in a microflora provides organism full-fledged protein and vitamins group B [4].

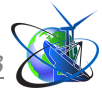
The main ones limiting parameters of the diet deer is content protein, energy, and also Calcium and Phosphorus. When feeding deer, the animal's body should receive at least 3 liters of water per 1 kg of dry matter. Water is especially necessary for young animals, pregnant females, as well as males in period intensive growth of horns [5].

In the city digestible protein in diets of deer is not the same and depends from many factors. For maintenance life activities of the body of the red deer in the conditions aviary (farm) 6-8 % crude protein per 1 kg of dry matter is enough feed substances. However, to provide high productivity of animals this the indicator is significant higher - 14-22% protein per 1 kg of dry matter feed substances. With the content of digestible protein in the deer diet in the amount of 5-6% by mass bodies animals during the first year of life is growing only for 10-15 kg, if there is 10% protein the increase is 25 kg, and 13 - 16% - 50 kg [4].

In the conditions of farms and aviaries farms deer kept on exclusively pasture fodder, exclusively on grain and legume concentrates or for use pasture with feeding grains mixtures - depending on production purpose. The best pasture for deer is considered herbaceous in the period of young growth deciduous plants, as well as plants late vegetation before the beginning of flowering . Energetically, such a pasture can provide contents exchange energy more than 10.5 MJME per 1 kg of dry matter substances. With increase maturity plants is happening quick decrease content exchange energy that approaches 1 MJ OE per 1 kg of dry matter substances [6].

Thus, the development of scientific and practical recommendations, measures and elements of the technology for improving summer pastures for deer is an actual applied issue at the current stage of the formation of reindeer husbandry as an industry in Ukraine.

On the first stage i improvement pastures are carried out preparatory works , namely: destruction available shrubs and small forests, leveling bushes. After clearance conduct cultivation soil from application heavy disc harrows BDN-2, mounted plow PLN5-35, mounted cultivator, heavy them water supply smooth



KGVN-1,6 rollers. Plowing conduct in the fall, on frost to a depth of 25-27 cm with a plow foreskin. In the spring are closing moisture harrowing in two tracks, carried out cultivation and sowing of grasses with grain and grass seeder with mandatory rolling before and after sowing [7].

When selecting grass mixtures, it is carried out taking into account the characteristics of the soil, seasonal phenomena in the life of deer throughout the year, taking into account gender and age. The greatest need of females in feed is observed during the summer solstice, the smallest - during the winter solstice. Males consume the least feed during the rutting period [8,9].

To provide deer with highly nutritious forage in Canada (Pasture and Forages for Wapiti) to create cultural pasture practice the use of highly productive legumes and cereals herb mixture on the basis of alfalfa [7].

Cereal plants easier adapt to adverse conditions ( e.g. sour soils ), so they are faster develop and prevail in grass stands. If environment favorable for legumes perennial herbs, then by selection cereals, use and application of fertilizers you can regulate the balance of the species composition of the grass stand [10]. In the selection of legumes and cereals herbal mixtures it is important that legumes perennial grasses provided high yield in mixed herbaceous and cereal components, contributing formation elastic turf and feed balance, did not suppress them. Therefore, for promotion productivity and improvement feed quality of leguminous-cereal herbage during grazing using above all need select legumes component mixtures [7].

Cereals components must be presented different biological groups - non-dense bush and rhizome species. In terms of Western Forests on medium-moist meadows with mineral soils sow in a mixture Timothy meadowsweet (5-6 kg/ha), firewood meadow grass (*Festuca pratensis* Huds., 7-8), buckwheat collective (*Dactylis glomerata* L., 4-5), or stoker thornless (*Bromus inermis* Leyss., 6-8), fenugreek perennial (*Lolium perenne* L., 4-5 kg/ha). On peat soils instead fenugreek perennial , which freezes, sow 3-4 kg/ha of kostyrica red (*Festuca rubra* L.) or thin-legged meadowsweet ( *Poa pratensis* L.). On areas with frequent waterlogging sow grasses that are resistant to excess moisturizing : foxtail meadow (*Alopecurus pratensis* L., 7-8 kg/ha), warbler ordinary (canary) (5-6), firewood reed (*Festuca arundinacea* Schreb., 6-8), thin legs swamp (*Poa palustris* L., 3-5), broom white (*Agrostis stolonifera* L., 2-3 kg/ha). Such herbal mixtures able provide up to 7.8 t/ha dry substances from by city of crude protein up to 10.57%. General crude protein yield is 0.61-0.82 t/ha [11].

Sowing herbal mixtures are carried out with grain and grass seeder in a spread-line manner. Seed fenugreek perennial, wheatgrass national team, Košice red they are sown in rows through coulter to a depth of 0.5-1.5 cm, and legumes components and timothy Luchnoi - spread over the surface from a smaller one seed box [7].

In a year sowing is not recommended graze grass resistant, if not used cover culture. For spring coverless method of sowing in the case achievement altitude plants 25-30 cm herbaceous they mow, thereby destroying the weeds as well. Considering low level software soil nutritious elements to receive highly productive pasture entry is mandatory mineral fertilizers. Before sowing it is recommended to





introduce perennial herbs mineral fertilizers in a dose of N<sub>60</sub> P<sub>60</sub> K<sub>90</sub> [11].

In autumn make phosphorous and potassium fertilizers in a dose of P<sub>60</sub> K<sub>90</sub> and feed cereal grasses with nitrogen in the spring at a dose of N<sub>60</sub> kg/ha active substances. Spring introduction are divided into two stages: at least 60% of the norm of fertilizers are applied before the start of active growth and development of the grass stand (immediately after restoration vegetation), and the rest - after the first pasture cycle use The best way to use a grass stand is small-scale grazing for which animals stay in one pen for 1-2 days, as well as portioned when they are in one area are no more than 3 - 4 hours. Maximum effect from portioned grazing is achieved after weeding of overgrown grass ( more than 30 cm). Grassland grazing is advisable start after his achievement of the pasture maturity, i.e. for a height of 15-25 cm, moreover digestion start from those paddocks in the grass whose prevail early ripening species cereal grasses [7].

The second cycle is advisable start after 20-25 days from the beginning of the first Detachments which the animals did not make it fall out to the beginning earing cereal grasses, mowed for harvesting fodder for the winter. For pasture period carry out up to 4-5 cycles digestion.

Period between with two cycles of digesting leguminous and cereal grasses can change in spring within 20-25 days, in the middle summer - 30-35 days, in autumn - 45-50 days. Grazing of animals was organized in such a way that the beginning of calving each year began with different ones squads variable hay-pasture using increases viability plants and productivity pasture [7].

### Conclusions .

Thus, the creation of fodder fields and pastures using mixtures of perennial grasses for deer is an integral part of the system of biotechnical measures. Improving the system of reindeer feeding by improving the natural fodder base contributes to solving a number of economic issues related to livestock management, preservation of the composition and structure of phytocenoses, and prevention of animal migration.

The organization of farms specialized in keeping and breeding deer is possible in territories that are not used in traditional agriculture. For tinning it is advisable to use pastures for deer located on moderately moist soils a mixture of from timothy meadowsweet (*Phleum pratense* L.), wheatgrass collective (*Dactylis glomerata* L.), fenugreek perennial (*Lolium perenne* L.), cornflower (*Lotus corniculatus* L.) and clovers hybrid (*Trifolium hybridum* L.) .

### Literature:

1. Hunchak R. V., Hunchak V. M., Soltys M. P. Red deer (*Cervus elaphus* L.). Some biological and production aspects of maintenance - an overview. Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences. 2024. Vol. 26, №. 100. P. 112-120. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a10017>

2. Kratyuk O. L. Typological structure of forest stands and biotope characteristics of Central Polissia enclosures. Scientific bulletin of NLTU of Ukraine. 2019. Vol. 29, № 2. P. 62-64. <https://doi.org/10.15421/40290212>



3. Apollonio, M., Belkin, V.V, Borkowski, J., et al. Challenges and science-based implications for modern management and conservation of European ungulates populations. *Mammal Research*. 2017. Vol. 62. P. 209-217. <https://doi.org/10.1007/s13364-017-0321-5>
4. Woodmaska I. V., Petruk A. P., Kolisnyk B. I. Ecology of deer feeding. *Scientific bulletin of NLTU of Ukraine*. 2016. Issue 26.1. P. 54-62.
5. Surijala-Quist, L., & Salonen, J. Effect of protein and energy supply he nitrogen utilization in reindeer *Acta Zool. Fenn*. 1994. Vol. 175 P. 53-55.
6. Mulley, R. C. The feed requirements of adult ed deer *Nutrition Symposium: The nutrition and management of deer he grazing systems. Proceedings of a New Zealand Grassland Association (Inc) Symposium held at Lincoln University, New Zealand*, 2003. P. 51-55. URL: [https://www.grassland.org.nz/publications/nzgrassland\\_publication\\_2510.pdf](https://www.grassland.org.nz/publications/nzgrassland_publication_2510.pdf)
7. Bugryn L. M., Partyka T. V., Pokhalyuk O. M. Elements of the technology of creating pastures for red deer in conditions of aviary breeding. *Scientific bulletin of NLTU of Ukraine*. 2018. Vol. 28, № 2. P. 37-40. <https://doi.org/10.15421/40280205>
8. Cook, J. G, Cook, R. C, Davis, R. W, & Irwin, L. L *Nutritional ecology of elk during summer and autumn in the Pacific Northwest. Wildlife Monographs*. 2016. Vol. 195 (1). P. 1-81. <https://doi.org/10.1002/wmon.1020>
9. Jiang, Z., & Hudson, R.J *Seasonal energy requirements of wapiti (Cervus elaphus) for maintenance and growth. Canadian Journal of Animal Science*. 1994. Vol. 74(1). P. 97 - 102. <https://doi.org/10.4141/cjas94-015>
10. Veklenko Yu. I. Dudchenko V. I., Kharchuk A. S. The influence of the composition of grass mixtures, the rates of sowing components on the productivity of the grass stand of perennial grasses for indirect-pasture use. *Fodder and fodder production*. 2011. Issue 70. P. 124-129.
11. Veklenko Yu. I. Dudchenko V. I., Kharchuk A. S. Productivity of perennial pasture grass mixtures of different intensities of ripening in the conditions of the Western Polissia. *Fodder and fodder production*. 2015. Issue 80. P. 163-168.

**Анотація.** Оленярство в Україні набуває поширення і формується як новий напрямок в галузі тваринництва. Розведення та утримання тварин в умовах фермерських господарств потребує розробки та впровадження сучасних підходів до системи утримання, критеріїв добробуту тварин, удосконалення системи годівлі (підгодівлі), моніторингу та профілактики захворювань. Проаналізовано наукові джерела літератури, які містять дані досліджень вітчизняних вчених з питань забезпечення добробуту оленів. Наведено особливості травлення та екології живлення оленів. Висвітлено технологічні аспекти покращення пасовищ для оленів з використанням сумішок багаторічних трав.

**Ключові слова:** травосумішки, обмінна енергія, пасовище, мисливське господарство, дикі копитні.

Stat sent: 20.11.2024.

© Pepko V.O.



UDC 631.363

## PROSPECTS FOR THE USE OF EXTRUSION AS A TECHNOLOGICAL METHOD THAT CAN IMPROVE THE BIOAVAILABILITY OF AMINO ACIDS IN FEED

**Obodovych O. M.***Doctor of science, professor*  
ORCID: 0000-0001-7213-3118**Tselen B. Ya.***PhD, senior researcher*  
ORCID: 0000-0001-5213-0219**Nedbailo A. Ye.***PhD*  
ORCID: 0000-0002-8590-5823**Gozhenko L. P.***PhD*  
ORCID: 0000-0002-8999-1917**Radchenko N. L.***PhD, senior researcher*  
ORCID: 0000-0002-5315-1609*Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine,  
Kyiv, Marii Kapnist 2a, 03057*

**Introduction.** This paper considered issue of the possibility of increasing the efficiency of the extrusion equipment due to expanding the scope of its application, in particular, the production of liquid and pasty feed mixtures. This is achieved by processing the grain component in an extruder and then mixing it with liquid components using extrusion heat. This heat is not currently used in production. During processing, it accumulates in the particles of the extrudate and is then lost to the environment at the exit from it. It is proposed to use this heat in mixing to achieve sterilization of all components of the mixture. The effectiveness of the proposed method investigated by evaluating: the amino acid composition of the obtained mixtures; urease activity; microbiological indicator. The research conducted according to standard methods.

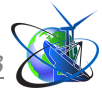
According to the results of research, the effectiveness of the proposed method has been proven. In particular, this is confirmed by an increase in the amount of essential amino acids in the paste when compared with granulated extrudate and untreated soy. It was proven that urease activity in the paste decreased to 0.15  $\Delta$ pH, which is within the normal range. Data were obtained on a slight increase in the microbiological index in the paste from 2 CFU to 14 CFU during 30 days of storage. The absence of enteropathogenic strains of *E. coli*, toxin-producing anaerobes and *Salmonella* in the studied samples also indicates the sterilization of the mixture.

Therefore, the obtained data prove that the amount of heat accumulated during extrusion is sufficient to achieve pasteurization of all components of the mixture. Obtained can be used in the agricultural sector, in technologies for the production of pasty mixture and liquid feed.

**Key words:** extruder, mixing, pasteurization, mixture, amino acids.

### Introduction.

The implementation of effective technologies for the production of high-quality feed, which meet modern energy efficiency of requirements, always remains an important direction in the development of this industry. An important step for this is the use of high-temperature extrusion technologies. Because they do not require significant energy consumption and allow obtaining high-quality products of various composition and purpose. However, despite all the listed advantages of extrusion, the



next stage, which involves mixing the extrudate with other components, remains a difficult issue. This is due to the fact that feeds are mostly multi-component mixtures. Each of the components has a different nature, properties and consistency. For example, vegetable and animal fats, dry milk substitutes and vitamins are added to the mixture. It is allowed to add liquid milk products or milk whey [1]. As a result, the complexity of organizing the process of mixing such components can significantly affect the quality of the feed and the duration of its storage. Therefore, an important task is not only the choice of raw materials and processing technology, but also the choice of mixing method. Since it should not have a negative effect on the stability of the product during storage.

In the case when the amount of moisture in the feed is less than 40 %, then technologies of vacuum spraying of components are used. The process is considered effective because the extrudate has a porous structure that retains liquid well. Traditionally, such technological schemes include the following stages: preparation of components, dosing, grinding, conditioning, extrusion, drying, vacuum spraying, cooling. Some stages and their sequence may change. Among the leaders of technology “Buhler AG”, “Amandus Kahl”, “Pegasus Vacuum Coater”, “Rotospray”, “Amandus Kahl”, “Ottevanger”.

Domestic manufacturers prefer technologies of mixing components in mixers. Mostly they are of horizontal or vertical type, periodic or continuous action.

In the case when the concentration of liquid components exceeds 40 %, then equipment such as mixers is used. However, a number of difficulties arise when using them. Among the main ones is the appearance of stagnant zones during the mixing process. Also, the manufacturer is often forced to use heating element systems and complex piping systems to supply each component. All this significantly complicates the production process. However, the main reason remains the need for significant initial investments and the lack of qualified personnel [2]. Despite all these difficulties, the latest data have shown that entrepreneurs are still switching to technologies for the production of liquid feed. The main reason is that liquid feed is closer to the physiological needs of animals and gives higher rates of weight gain than dry food [3].

On the basis of the analysis, the authors proposed to obtain granular, pasty and liquid multicomponent mixtures on the basis of one extruder. The peculiarity of the proposed method is the implementation of the mixing process after the extruder. It involves mixing the components at the exit from the extruder using the heat of extrusion, which accumulates in the extrudate particles to achieve pasteurization of the entire mixture. According to the authors, this approach will solve a number of problems. In particular, on the basis of existing equipment with minimal investment and without the involvement of additional personnel, expand the range of products. It will also improve the quality and extend storage time of the product.

For the research, soybeans were used, which today is the main source of protein in most feed products [4]. The following modes are recommended for heat treatment of soybeans: temperature 135...140 C and moisture content – 12...14 % [5].

However, it is known that there is a negative effect of high temperatures on the protein structure, in particular, on the composition of amino acids. The most





thermolabile amino acid of these is lysine. Therefore, the evaluation parameter was the composition of essential amino acids in the final product. Since the product involves long-term storage, the evaluation parameter was the determination of the dynamics of the microbiological indicator during its storage.

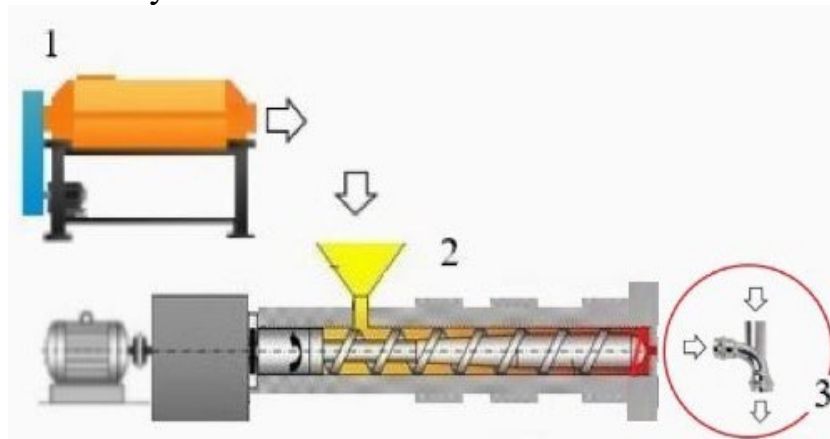
To determine the effectiveness of the proposed method, a number of tasks were formulated. These included studying the effect of the heat used to pasteurize the components on: the composition of essential amino acids; microbiological index; indicator of urease activity. For control, the data obtained were compared with samples of extruded and untreated soybeans.

### Materials and methods.

For the experiments, soybeans with an initial moisture content of 5 % were used.

The experiments were carried out on a laboratory bench, the scheme of which is shown in Fig.1. It consisted of a grain humidifier 1, an extruder 2, a specially designed device 3 for mixing components. According to the experimental method, soybeans were pre-moistened to 13...14 % in humidifier 1. Then the moistened soybeans were processed in extruder 2, where they were crushed under conditions of high temperatures. The temperature reached maximum values of 135...140° C in the die zone, i. e. before exiting the extruder. Mixing of hot extrudate particles with liquid components occurred at the outlet of the extruder without contact with the medium in device 3.

**The object of research** – soybean extrudate; pasty feed mixture (50%), including extruded soybeans, water, liquid phosphate concentrate; control sample of mechanically crushed soybeans



**Figure 1 – Experimental stand**

*1 – grain moistening device; 2 – extruder; 3 – device for mixing extrudate with liquid components*

The evaluation of the efficiency of soybean processing in the extruder carried out by determining the activity of the urease enzyme accordance with DSTU 8365:2015. The analysis performed for soybean extrudate and pasty feed mixture. The composition of essential amino acids determined by ion-exchange liquid column chromatography using an automatic amino acid analyser. Determination of microbiological parameters carried out according to DSTU EN 12824:2004.

### Results.

The urease activity determined in the samples after processing in the extruder



and in the samples of the pasty feed mixture (Table 1). The results showed a decrease in values to normal with a permissible limit of 0.3 pH units. That is, the processing conditions in the extruder ensure the inactivation of anti-nutrients. The proposed mixing method does not create a negative impact.

**Table 1 - Physicochemical parameters of soybean and pasty feed mixture**

Parameter	Research Result	
	Pasty mixture	Soybean extrudate
Mass fraction of moisture, %	50,87	8,5
Urease activity, $\Delta$ pH	0,15	0,12

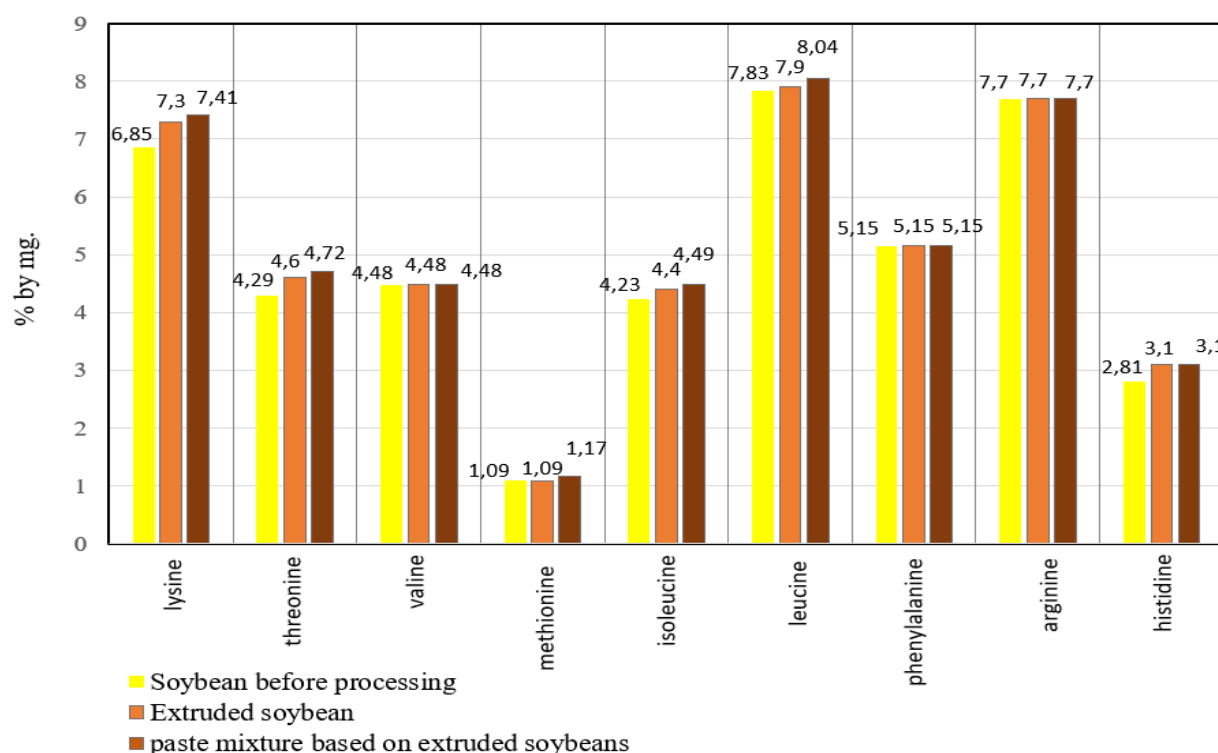
Analysis of essential amino acids allowed to identify and quantify the composition of 9 amino acids. In particular, lysine, threonine, valine, methionine, leucine, isoleucine, phenylalanine, arginine, histidine, which is illustrated in Figure 2.

Comparison of unprocessed soybeans with samples after extruder processing and paste showed that the composition of essential amino acids is fully preserved. At the same time, some amino acids showed some growth. In particular, the amount of histidine in the paste and extrudate samples increased by 10.3 %, threonine in the paste by 10.0 % and 7.2 % in the extrudate. The amount of lysine also increased by 8.2 % in the paste and by 6.6 % in the extrudate, which is the most thermolabile amino acid. The amount of methionine in the paste increased by 7.3 %, while it remained unchanged for the extrudate. To a lesser extent, the share of isoleucine increased by 6.2 % in the paste and 4.0 % in the extrudate, as well as leucine by 2.7 % in the paste and almost unchanged by 0.9 % in the extrudate.

The data on changes in the amount of arginine, valine, and phenylalanine were analysed. The results indicate that the combined effect of the high temperature in the extruder and the mixing conditions at the outlet do not have a significant impact on the amount of these amino acids.

That is, the obtained results indicate that the complex effect of high temperature in the extruder, as well as the conditions for mixing the components at the exit from the extruder, do not create a noticeable effect on the amount of arginine, valine and phenylalanine, the concentration of which in the paste and extrudate samples has not changed. Their concentration in the paste and extrudate samples did not change.

The analysis of the microbiological indicator showed a slight increase for paste samples from 2 CFU to 5 CFU in the first day and up to 14 CFU within 30 days of storage. Comparison with samples of extruded soybeans also showed insignificant dynamics, in particular, during the first day – 2 CFU and less than 10 CFU during the next 30 days of storage. The analysis revealed the absence of enteropathogenic strains of *Escherichia coli*, toxin-producing anaerobes and salmonellae in all the samples tested. That is, the presented results indicate the effectiveness of the proposed mixing method. This means that the amount of heat released with the extrudate is sufficient to sterilise all components and thus ensure long-term storage of the product for another 30 days.



**Figure 2 – Content of essential amino acids in soybeans and products of its processing, %**

**Conclusion.**

The effect of extrusion heat used for sterilisation of paste components on its amino acid composition studied. The data obtained allowed us to identify 9 essential amino acids. Their quantitative composition showed a 10.3 % increase of histidine in the paste and extrudate samples, a 10.0 % increase of threonine in the paste and a 7.2 % increase in the extrudate. The amount of lysine increased by 8.2 % in the paste samples and by 6.6 % in the extrudate. The study of the paste samples showed an increase in the amount of methionine by 7.3 %, while this amount remained unchanged for the extrudate. The data obtained showed a lesser increase in the amount of isoleucine - by 6.2 % in the paste and by 4.0 % in the extrudate. The amount of arginine, valine, phenylalanine in the paste and extrudate samples remained unchanged. That is, the proposed method of mixing in combination with extrusion processing allows to preserve, and in some respects improve the composition of essential amino acids.

The study of urease activity in samples of pasty mixture showed a decrease in the index to 0.15 ΔpH, which is within the normal range. For comparison, this indicator determined in the extrudate to be 0.12 ΔpH.

The results of microbiological studies of pasty mixture showed a slight increase from 2 CFU to 5 CFU in 1 day and up to 14 CFU after 30 days of storage. The analysis revealed the absence of enteropathogenic strains of Escherichia coli, toxin-producing anaerobes and salmonellae in all the samples tested.

Therefore, the expediency of using the proposed method of heat utilisation for pasteurisation of all components of pasty mixture is substantiated. The data obtained can be used in the production of pasty and liquid feeds.



## References:

1. Ivanitsky G., Tselen B., & Radchenko N. Vykorystannya hydrodynamychnoyi kavytacyyi dlya pidvyschennya efektyvnosti procesu krystalizaciji lactozy v molochnij syrovatci // Scientific Works, 2022. No 86 (1). – P.11–16. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v86i1.2396> [In Ukrainian]
2. Internet resource: Ridka hodivlia: perevahy i na shcho zvertaty uvahu? URL: <https://pigua.info/uk/post/ridka-godivla-perevagi-i-na-so-zvertati-uvagu-uk>
3. Kravchenko O., Holov V. Porivnialna kharakterystyka sukhooho ta ridkoho sposobiv hodivli svynei // Visnyk ahrarynoi nauky Prychornomia, 2013. – No 4. – T. 2. – P.116–120 [In Ukrainian].
4. Sichkar V. Vykorystannia ekstrudovanoi ta povnozhyrovoi soi v hodivli silskohospodarskykh tvaryn i ptytsi // Propozytsiia. 2008. URL: <https://propozitsiya.com/ua/vikoristannya-ekstrudovanoi-ta-povnozhirovoyi-soyi-v-godivli-silskogospodarskih-tvarin-i-ptici>
5. Ivanytskyi H., Tselen B., Nedbailo A., Radchenko N. Vplyv ekstruziinoi obrobky na stan zhyriv kormovykh sumishei // Scientific works, 2023. – No 1(87). – P. 28-35. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v87i1.2687> [In Ukrainian]

**Анотація.** У статті розглянуто можливість підвищення ефективності роботи екструзійного обладнання за рахунок розширення сфери його застосування, зокрема, виробництва рідких і пастоподібних кормових сумішей. Це досягається шляхом обробки зернового компонента в екструдері з наступним змішуванням його з рідкими компонентами при використанні теплоти екструзії. Ця теплота у виробництві зараз не використовується. Вона під час обробки акумулюється в частинках екструдату і на виході з нього потім втрачається в навколишнє середовище. Запропоновано її використовувати при змішуванні для досягнення стерилізації усіх компонентів суміші. Ефективність використання запропонованого способу досліджували шляхом оцінки: складу амінокислот отриманих сумішей; активності уреаз; мікробіологічного показника. Дослідження проводились за стандартними методиками. По результатах аналізу доведено ефективність запропонованого способу. Зокрема, підтверджено зростання кількості незамінних амінокислот у пасті порівняно з гранульованим екструдатом та соєю. Доведено зниження активності уреаз в пасті до 0,15 ДрН, що в межах норми. Отримано дані про незначний ріст мікробіологічного показника в пасті з 2 КУО до 14 КУО протягом 30 днів зберігання. Встановлено відсутність ентеропатогенних штамів кишкової палички, токсиноутворюючих анаеробів і сальмонел, що теж свідчить про досягнення стерилізації усіх компонентів суміші. Отже отримані дані доводять, що кількість теплоти акумульованої під час екструзії є достатньою для досягнення пастеризації усіх компонентів суміші. Отримані дані можуть застосовуватись в технологіях виробництва багатокомпонентних кормових сумішей.

**Ключові слова:** екструдер, змішування, пастеризація, суміш, амінокислоти.

Article sent: 26.11.2024 p.

© Obodovych O. M., Tselen B. Ya., Nedbailo A. Ye.,  
Gozhenko L.P., Radchenko N.L.





УДК 633.416:581.132:631.526.3(292.485:477.4)

**PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF FORAGE BEET PLANTS DEPENDING ON THE VARIETY IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE****ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ РОСЛИН БУРЯКІВ КОРМОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ****Ovcharuk V.I. / Овчарук В.І.***d.a.s., prof. / д.с.г.н., проф.*

ORCID: 0000-0003-2115-0916

*Higher education institution «Podillia State University»,**Kamianets-Podilskyi, Shevchenko, 12, 32316**Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,**Кам'янець-Подільський, Шевченка, 12, 32316***Ovcharuk O.V. / Овчарук О.В.***d.a.s., prof. / д.с.г.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-1117-962X

*National university of life and environmental sciences of Ukraine,**Kyiv, Heroiv Oborony, 15, 03041**Національний університет біоресурсів і природокористування,**Київ, Героїв Оборони, 15, 03041***Ievstafieva I.M. / Євстафієва Ю.М.***докторант*

ORCID: 0000-0001-5914-893X

*Higher education institution «Podillia State University»,**Kamianets-Podilskyi, Shevchenko, 12, 32316**Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,**Кам'янець-Подільський, Шевченка, 12, 32316*

**Анотація.** В технології вирощування буряків кормових важливого значення відіграє комплекс агротехнічних заходів, який забезпечує інтенсивне накопичення органічної речовини і швидке наростання площі листової поверхні. Важливу роль відіграє сонячна радіація, яка використовується рослинами буряків кормових в літній період. В умовах Правобережного Лісостепу України найбільш інтенсивно це проходить впродовж фаз утворення другої пари справжніх листків, змикання та розмикання рослин у рядку також важливим елементом в технології є система удобрення, яка забезпечує рослини елементами кореневого живлення, а також надходження з повітря через біологічну активність ґрунту достатньої кількості вуглекислоти.

Серед агротехнічних заходів для рослин буряків кормових є площа живлення, яка впливає на роботу фотосинтетичної діяльності, і має бути оптимальною, тоді як при загущених посівах нераціонально використовується фотосинтетичний апарат за рахунок взаємного затінення листків, що погіршує аерацію посівів, сповільнюється доступ вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>) до листової поверхні рослин.

Оптимальне освітлення рослин буряків кормових є необхідною умовою росту і розвитку та репродуктивних органів, оскільки листки одержують максимальну кількість світлової енергії і забезпечують їх додаткове утримання, збільшуючи цим загальну площу листової маси. Завдяки цьому в посівах кормових буряків у фазу розмикання рядків інтенсивність фотосинтезу знижується. Тому, враховуючи біологічні особливості культури дослідних сортів впродовж 2022-2024 рр. проводили польові дослідження з вивчення фотосинтетичної діяльності рослин буряків кормових. Найважливішими показниками фотосинтетичної діяльності рослин, що визначають в кінцевому результаті



продуктивність посівів, є площа листкової поверхні (ПЛ), фотосинтетичний потенціал (ФП), чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) та його господарська ефективність.

**Ключові слова:** буряки кормові, площа листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал, вегетаційний період, чиста продуктивність, суха речовина, технічна стиглість.

### Вступ.

В технології вирощування буряків кормових важливого значення відіграє комплекс агротехнічних заходів, який забезпечує інтенсивне накопичення органічної речовини і швидке наростання площі листкової поверхні. Важливу роль відіграє сонячна радіація, яка використовується рослинами буряків кормових в літній період [4, 7]. В умовах Правобережного Лісостепу України найбільш інтенсивно це проходить впродовж фаз утворення другої пари справжніх листків, змикання та розмикання рослин у рядку також важливим елементом в технології є система удобрення, яка забезпечує рослини елементами кореневого живлення, а також надходження з повітря через біологічну активність ґрунту достатньої кількості вуглекислоти [2, 5].

Серед агротехнічних заходів для рослин буряків кормових є площа живлення, яка впливає на роботу фотосинтетичної діяльності, і має бути оптимальною, тоді як при загущених посівах нераціонально використовується фотосинтетичний апарат за рахунок взаємного затінення листків, що погіршує аерацію посівів, сповільнюється доступ вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ) до листкової поверхні рослин [1, 6].

Оптимальне освітлення рослин буряків кормових є необхідною умовою росту і розвитку та репродуктивних органів, оскільки листки одержують максимальну кількість світлової енергії і забезпечують їх додаткове утримання, збільшуючи цим загальну площу листкової маси. Завдяки цьому в посівах кормових буряків у фазу розмикання рядків інтенсивність фотосинтезу знижується. Тому, враховуючи біологічні особливості культури дослідних сортів впродовж 2022-2024 рр. проводили польові дослідження з вивчення фотосинтетичної діяльності рослин буряків кормових. Найважливішими показниками фотосинтетичної діяльності рослин, що визначають в кінцевому результаті продуктивність посівів, є площа листкової поверхні (ПЛ), фотосинтетичний потенціал (ФП), чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) та його господарська ефективність [3, 8].

**Методика проведення досліджень.** Дослідження проводили впродовж 2022-2024 рр. на ділянках дослідного поля групи компаній VITAGRO, яке розміщено с. Криків Кам'янець-Подільського району Хмельницької області. Ґрунт дослідної ділянки, за даними еколого-агрохімічного паспорта господарства – чорнозем вилугуваний, мало гумусний, на карбонатних лесовидних суглинках, які оцінюються за агрохімічною оцінкою в 35 балів. В ґрунті не виявлено забруднення важкими металами, радіонуклідами та пестицидами, характеризується високим забезпеченням продуктивної вологи, помірною забезпеченістю основними елементами живлення, мікроелементами, сприятливими фізико-хімічними властивостями.

Сортовивчення виконували відповідно до «Методики зернового сортовипробування сільськогосподарських культур» методики проведення



досліджень з кормовиробництва та методики аналізу в агрономії та агроекології.

Площу листової (ПЛ) поверхні визначали методом «висічок», описаним З.М. Грицаєнко та ін. (2003) з подальшим розрахунком за формулою:  $S = (K \cdot Y) \cdot P / V$ . Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали періодично шляхом відбору проб рослин, у яких визначали загальну масу, окремо масу листків: коренеплодів, площу листової поверхні ( $ЧПФ = M_2 - M_1 / 0,5 \cdot (ПЛ_1 + ПЛ_2) \cdot n$ ).

Фотосинтетичний потенціал (ФП) за формулою:  $ФП = L_1 + L_2 / 2 \cdot 1000$  визначили площу листової поверхні у певні фази розвитку рослин ( $L_1, L_2$ ).

**Результати експериментальних досліджень.** Продуктивність розвитку рослин буряків кормових залежить від збільшення асиміляційної поверхні в період фотосинтетичної діяльності листків, що взаємно пов'язано з активним формуванням коренеплодів. При цьому створюються умови для інтенсивної діяльності фотосинтезу, що в подальшому визначає величину врожаю. Оптимальна величина листової поверхні повинна бути досягнута до закінчення вегетаційного періоду, і початку масового формування коренеплодів. При інтенсивному розвитку фотосинтетичної поверхні рослин, в результаті чого спостерігається взаємне закінчення частини листків в нижньому ярусі, вони жовтіють, підсихають, при цьому асиміляційна поверхня зменшується, що може призводити до пониження врожаю.

Результати експериментальних досліджень свідчать, що листові поверхні з розрахунку на одиницю площі в початковій фазі росту рослин між сортами майже не відрізняються, а її показники були в межах 1,49-1,76 тис. м<sup>2</sup>/га (табл. 1).

**Таблиця 1 - Площа листової поверхні рослин буряків кормових залежно від сорту, тис. м<sup>2</sup>/га (середнє за 2022-2024 рр.)**

Сорт	Фаза розвитку		
	Утворення 2-ої пари листків	Змикання листків у рядку	Технічна стиглість коренеплодів
Адра (контроль)	1,51	61,9	24,3
Рекорд Полі Біс	1,76	68,4	26,7
Агро-Полі	1,68	53,4	22,8
Жамон	1,28	45,8	21,7
Маріша	1,50	56,7	21,9
Славія	1,49	58,9	22,5
Стармон	1,62	60,1	26,1
Ольжич	1,71	61,2	26,0

Як свідчать результати досліджень, що темпи наростання площі листової поверхні рослинами різних сортів буряків кормових впродовж періоду вегетації дещо відрізнялися показниками площі листової поверхні. Так, у фазу змикання рядків рослин з найвищими показниками отримано у сортів: Рекорд Полі Біс – 68,4 тис. м<sup>2</sup>/га; Адра – 61,9; Ольжич – 61,2 тис. м<sup>2</sup>/га; Стармон – 60,2, відповідно. Дещо нижчі за показниками листової поверхні рослин буряків



кормових займали сорти: Славія – 58,9 тис. м<sup>2</sup>/га; Маріша – 56,7 тис. м<sup>2</sup>/га.

Для визначення врожайності посівів та оцінки продуктивності буряків кормових є показники сумарної площі листової поверхні рослин впродовж усього вегетаційного періоду, який визначається фотосинтетичним потенціалом і вимірюється сумою щодобових показників площі листової поверхні на гектар.

Результатами досліджень встановлено, що фотосинтетичний потенціал рослин у сортів буряків кормових формується площею листової поверхні (табл. 2).

**Таблиця 2 - Фотосинтетичний потенціал рослин буряків кормових залежно від сорту, млн. м<sup>2</sup> х діб/га (середнє за 2022-2024 рр.)**

Сорт	Фази розвитку		
	Утворення 2-ої пари листків	Змикання листків у рядку	Технічна стійкість
Адра (контроль)	0,026	1,836	2,867
Рекорд Полі Біс	0,035	2,234	3,233
Агро-Полі	0,029	1,723	2,329
Жамон	0,021	1,631	2,400
Маріша	0,028	1,932	2,866
Славія	0,024	1,700	2,499
Стармон	0,028	1,837	2,999
Ольжич	0,033	1,906	2,010

Як свідчать результати досліджень, що в середньому за роки показники фотосинтетичного потенціалу зростають від фази з'явлення сходів до змикання рослин у рядку до технічної стійкості коренеплодів. Максимальні показники фотосинтетичного потенціалу сформувались в період технічної стиглості коренеплодів становили – 3,233 млн. м<sup>2</sup> х діб/га у сорту Рекорд Полі Біс, проміжне місце займають сорти: Стармон – 2,999; Адра – 2,867 і Маріша – 2,866 млн. м<sup>2</sup> х діб/га. Таким чином слід відмітити, що цей показник в більшості залежать від продовженості періоду фаз росту і розвитку рослин, також сортових особливостей культури.

Зростання площі листової поверхні на одиницю ділянки позитивно впливає на інтенсивність процесів фотосинтетичної продуктивності сортів буряків кормових. Доведено, що для кожного сорту існують певні оптимальні межі величини показників площі листової поверхні та фотосинтетичного потенціалу (ФП). Підвищення величини цих показників у межах оптимуму призводить до збільшення показників чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ). Межа площі листової поверхні та фотосинтетичного потенціалу мають різні показники, які обумовлюються зменшенням чистої продуктивності фотосинтезу.

Встановлено, що в середньому за роки досліджень максимальні показники чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) у рослин буряків кормових становили 7,21-6,05 г/м<sup>2</sup> за добу у фазі змикання рядків (табл. 3).





**Таблиця 3 - Чиста продуктивність фотосинтезу рослин буряків кормових залежно від сорту, г/м<sup>2</sup> за добу (середнє за 2022-2024 рр.)**

Сорт	Фази розвитку	
	Змикання рослин рядку	Технічна стиглість
Адра (контроль)	6,78	3,74
Рекорд Полі Біс	7,21	3,85
Агро-Полі	6,63	3,55
Жамон	6,05	3,59
Маріша	5,99	3,44
Славія	6,78	3,67
Стармон	6,90	3,60
Ольжич	6,88	3,83

Як встановлено результатами досліджень найвищий показник чистої продуктивності фотосинтезу у фазу змикання рядків відмічено у сорту Рекорд Полі Біс – 7,21 г/м<sup>2</sup> за добу, також у сорту Стармон – 6,90 і Ольжич – 6,88 г/м<sup>2</sup> за добу. З найнижчим показником (ЧПФ) виділяється сорт Маріша – 5,99 і Жамон – 6,05 г/м<sup>2</sup> за добу відповідно. В подальшому із розвитком рослин від фази змикання до технічної стиглості показники понижуються. Проте, з підвищеними показниками у фазі технічної стиглості виділяються сорт Рекорд Полі Біс – 3,85 і Ольжич – 3,83 г/м<sup>2</sup> за добу. Аналогічно це спостерігається показники і за іншими сортами, які вивчались у наших дослідженнях і залежали від сортових особливостей і періоду фаз росту і розвитку рослин.

Фотосинтетична діяльність рослин буряків кормових в процесі росту і розвитку рослин супроводжується накопиченням сухої речовини у вегетативній генеративній частинах впродовж онтогенезу. Проте, інтенсивність накопичення сухої речовини рослинами тісно пов'язана з погодно-кліматичними умовами вегетаційного періоду і сортами. Накопичення сухої речовини коренеплодами і вегетативною масою спостерігається певна закономірність. В період від сівби до фази утворення двох справжніх листків, усі пластичні речовини фотосинтезу витрачаються на формування листків. З настанням періоду фази змикання рядків, вегетативний ріст листків значно знижується і кількість маси сухої речовини істотно підвищується за рахунок продуктивних органів коренеплодів. Накопичення сухої речовини впродовж вегетаційного періоду визначається біологічними особливостями сортів. На початку росту і розвитку рослин накопичення біологічної маси відбувається поступово, в подальшому із розвитком накопичення її проходить інтенсивно і наприкінці вегетації сповільнюється.

Отримані результати досліджень підтверджують, що у початковий період вегетації приріст сухої речовини сортів буряків кормових майже не змінюється (табл. 4).

Аналізуючи показники нагромадження сухої речовини у листках буряків кормових в процесі росту рослин і збільшення листової поверхні біологічна маса у всіх сортів до фази технічної стиглості підвищується.



**Таблиця 4 - Вплив сорту на нагромадження сухої речовини у листках рослин буряків кормових, т/га (середнє за 2022-2024 рр.)**

Сорт	Фаза розвитку		
	Утворення 2-ої пари листків	Змикання листків у рядку	Технічна стиглість коренеплодів
Адра (контроль)	0,021	2,32	3,23
Рекорд Полі Біс	0,024	2,41	3,64
Агро-Полі	0,021	2,10	2,32
Жамон	0,022	2,08	3,01
Маріша	0,024	2,28	2,77
Славія	0,023	2,30	2,64
Стармон	0,021	2,31	2,76
Ольжич	0,024	2,27	2,32

Нагромадження сухої речовини рослинами максимального значення набуває у фазі технічної стиглості у сорту Рекорд Полі Біс складає – 3,64 т/га, сорту Адра – 3,23 т/га і Жамон – 3,01 т/га. Проміжне місце займають сорти: Маріша – 2,77 т/га, Стармон – 2,76 і Славія – 2,64 т/га, з мінімальними показниками сорту Агро Полі і Ольжич – 2,32 т/га відповідно. Пониження показника сухої речовини у листках рослин буряків кормових можна пояснити сортовими особливостями та погодно-кліматичними умовами в роки проведення досліджень.

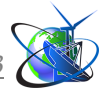
За морфологічними ознаками коренеплодів буряків кормових характеризується їх господарська цінність, яка впливає на якісну оцінку сорту. Морфологічні ознаки визначаються за формою коренеплоду, масою, заглиблення у ґрунт. Більшість цих показників відіграють важливе значення для механізованого вирощування і збирання врожаю. Заглиблення коренеплоду у ґрунт, є однією із ознак сорту за використанням для механізованого збирання, що є надзвичайно важливим агротехнічним заходом і зумовлює генотип рослин, а також умови їх росту та розвитку. Також важливою морфологічною оцінкою коренеплодів є форма.

Основні морфологічні ознаки коренеплодів буряків кормових в досліді визначали у фазу технічної та на період збирання врожаю (табл. 5).

Аналізуючи морфологічні ознаки коренеплодів буряків кормових у технічній стиглості залежно від сорту встановлено, що за формою переважає циліндрична (сорти – Адра, Рекорд Полі Біс, Жамон, Ольжич), подовжено-конічна з сортів Маріша, Славія і Стармон, округлою – Агро Полі.

З підвищеною масою коренеплодів серед сортів виділяється сорт Славія – 8,2 кг із середньою масою сорт Агро-Полі – 6,3 кг, Жамон і Ольжич – 6,0 кг. З пониженим показником маси коренеплоду встановлено у сорту Маріша – 4,4 кг і Адра – 4,2 кг.

Важливою ознакою для буряків кормових є заглиблення коренеплоду в ґрунт, який відіграє вологе значення для механізованого збирання. Серед сортів із заглибленим коренеплодом в ґрунт 60-70% встановлено у сортів Маріша, Славія, Стармон. Із забарвленням поверхні коренеплоду буряків кормових



переважають жовтого кольору, у сорту Адра – білого кольору і сорту Агро-Полі – червоного.

**Таблиця 5 - Морфологічні ознаки коренеплодів буряків кормових у технічній стиглості залежно від сорту**

Сорт	Ознаки коренеплоду			
	Форма	Середня маса, кг	Заглиблення у ґрунт, %	Забарвлення поверхні коренеплоду
Адра (контроль)	циліндрична	4,2	30-40	біле
Рекорд Полі Біс	циліндрична	5,0	40-50	рожевий
Агро-Полі	округла	6,3	70-80	червоний
Жамон	циліндрична	6,0	40-50	жовтий
Маріша	подовжено-конічна	4,4	60-70	жовтий
Славія	подовжено-конічна	8,2	60-70	жовто-коричневий
Стармон	подовжено-конічна	5,8	60-70	жовтий
Ольжич	циліндрична	6,0	40-50	жовтий

### Висновки.

Величина площі листкової поверхні у початковій фазі росту і розвитку рослин становили 1,49-1,76 тис. м<sup>2</sup>/га. З підвищеними показниками відмічено у фазі змикання рослин у рядку від 68,4 до 45,8 тис. м<sup>2</sup>/га. Тоді, як показник фотосинтетичного потенціалу рослин самий вищий у фазі технічної стійкості коренеплодів і становив в середньому за сортами від 2,010 до 3,233 млн. м<sup>2</sup> х діб/га. Показник чистої продуктивності фотосинтезу рослин з високими показниками відмічено у фазі змикання і в середньому за сортами становить від 5,99 до 7,21 г/м<sup>2</sup> за добу.

Нагромадження сухої речовини у листках буряків кормових максимального значення набуває у фазі технічної стиглості. Найвищі показники відмічено у сорту Рекорд Полі Біс – 3,64 т/га і сорту Адра – 3,23 т/га. За морфологічними ознаками коренеплодів буряків кормових у фазу технічної стиглості за формою виділяється – циліндрична і середньою масою коренеплоду від 6,0 до 8,2 кг.

### Література

1. Гармашов В. В., Стан Д. С. Особливості фотосинтетичної діяльності рослин кормового буряка залежно від умов вирощування. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса, 2014. Вип. 71. С. 1-6.

2. Демидась Г.І., Бурко Л.М. Продуктивність буряків кормових залежно від удобрення у правобережному Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. Київ, 2010. №34. С. 183-186.



3. Куничак Г.С., Кобилянська Г.М. Цінність і технологія вирощування кормових буряків. *Пропозиція – головний журнал з питань агробізнесу*. Київ, 2008. №9. С.6-65.

4. Лихочвор В.В. Рослинництво. Навч. посібник. 2-ге вид. перероб. і доп. Київ : Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.

5. Овчарук Олег, Гуцол Тарас, Andrzej Samborski, Marcin Niemiec. Агроекологічна роль сівозміни в умовах України та країн ЄС. *Сучасний рух науки: тези доп. V міжнародної наук.-практ. інтернет-конференції, Дніпро, 7-8 лют. 2019 р.* Дніпро, 2019. С.511-516

6. Хіврич О.Б. Рання сімба буряків кормових – як спосіб підвищення їх продуктивності. *Агробіологія: зб. наук. праць*. Біла Церква, 2010. Вип. 4 (80). С. 111.

7. Niemiec M., Komorowska M., Kubon M., Sikora J., Ovcharuk O., GrodekSzostak Z. Global Gap and integrated plant production as a part of the international of agricultural farms. *Proceedings of the International Scientific Conference*. 2019, VI, 430-440.

8. Ovcharuk, O. V., & Ovcharuk, V. I. *Metody analizu v ahronomii ta ahroekolohii: navchalnyi posibnyk*. Kam'ianets-Podilskyi: TNEU, PDATU, TsNTU, 2019.

#### References.

1. Harmashov, V. V., Stan, D. S. (2014). Osoblyvosti fotosyntetychnoi diialnosti roslyn kormovoho buriaka zalezno vid umov vyroshchuvannia. *Ahrarnyi visnyk Prychornomia*, Vyp. 71. pp. 1-6 (in Ukrainian).

2. Demydas, H.I., Burko, L.M. (2010). Produktyvniest buriakiv kormovykh zalezno vid udobrennia u pravoberezhnomu Lisostepu. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN»*, №34. pp. 183-186 (in Ukrainian).

3. Kunychak, H.S., Kobylianska, H.M. (2008). Tsinnist i tekhnolohiia vyroshchuvannia kormovykh buriakiv. *Propozytsiia – holovnyi zhurnal z pytan ahrobiznesu*, №9. pp.6-65(in Ukrainian).

4. Lykhochvor, V.V. (2004). *Roslynnystvo. Navch. posibnyk. 2-he vyd. pererob. i dop.* Kyiv : Tsentr navchalnoi literatury, 2004. 808 p. (in Ukrainian).

5. Ovcharuk, Oleh, Hutsol, Taras, Andrzej, Samborski, Marcin, Niemiec (2019). Ahroekolohichna rol sivozminy v umovakh Ukrainy ta krain YeS. *Suchasnyi rukh nauky: tezy dop. V mizhnarodnoi nauk.-prakt. internet-konferentsii*, Dnipro, 2019, pp. 511-516 (in Ukrainian).

6. Khivrych, O.B. (2010). Rannia sivba buriakiv kormovykh – yak sposib pidvyshchennia yikh produktivnosti. *Ahrobiolohiia: zb. nauk. prats*, 2010. Vyp. 4 (80), P. 111 (in Ukrainian).

7. Niemiec, M., Komorowska, M., Kubon, M., Sikora, J., Ovcharuk, O., GrodekSzostak, Z. (2019). Global Gap and integrated plant production as a part of the international of agricultural farms. *Proceedings of the International Scientific Conference*, 2019, VI, 430-440 (in Ukrainian).

8. Ovcharuk, O. V., & Ovcharuk, V. I. (2019). *Metody analizu v ahronomii ta ahroekolohii: navchalnyi posibnyk*. Kamianets-Podilskyi: TNEU, PDATU, TsNTU, 2019. (in Ukrainian).

**Abstract.** *In the technology of growing fodder beets, a set of agrotechnical measures is of great importance, which ensures an intensive accumulation of organic substances and a rapid increase in the area of the leaf surface. An important role is replaced by solar radiation, which is used by fodder beet plants in the summer. In the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine, this occurs most intensively during the phases of the formation of the second pair of real leaves, closing and opening of plants in a row, also an important element in the technology is the*





fertilization system, which provides plants with elements of root nutrition, as well as the arrival from the air through the biological activity of the soil in sufficient quantities carbon dioxide.

Among the agrotechnical measures for fodder beet plants is the area of nutrition, which affects the work of photosynthetic activity, and must be optimal, while in the case of thickened crops, the photosynthetic apparatus is used irrationally due to mutual shading of the leaves, which worsens the aeration of the crops, slows down the access of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) to the leaf surface of plants.

Optimum illumination of fodder beet plants is a necessary condition for growth and development and reproductive organs, as the leaves receive the maximum amount of light energy and provide their additional maintenance, thus increasing the total area of the leaf mass. Due to this, the intensity of photosynthesis decreases in fodder beet crops during the row opening phase. Therefore, taking into account the biological features of the culture of experimental varieties during 2022-2024. carried out field research on the study of the photosynthetic activity of fodder beet plants. The most important indicators of the photosynthetic activity of plants, which ultimately determine the productivity of crops, are leaf surface area (PL), photosynthetic potential (FP), net photosynthesis productivity (NPP) and its economic efficiency.

**Key words:** fodder beets, leaf surface area, photosynthetic potential, growing season, net productivity, dry matter, technical ripeness.



UDC 636.2.636.02'033 (477.65)

**USE OF IMMUNO-CORRECTIVE AND BIOCIDAL DRUGS IN POULTRY DIETS****ВИКОРИСТАННЯ ПРЕПАРАТІВ ІМУНО-КОРИГУВАЛЬНИХ ТА БІОЦИДНОЇ ДІЇ В РАЦІОНАХ ПТИЦІ****Olha Chechet / Чечет О. М.***Doctor of Veterinary Science,**ORCID ID 0000-0001-5099-5577**Director State Scientific Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, PhD,***Olena Lozhkina / Ложкіна О.В.***Head of the research pathomorphology department, PhD**ORCID: 0000-0002-1480-497X***Prylipko T.M. / Приліпко Т.М.,***d.a.s., prof. / д.с.н. проф.**ORCID: 0000-0002-8178-207X**Publons: AAF-5445-2019**Higher education institution Podolsk State University,**Kamianets-Podilskyi, Shevchenko, 13, 32300**Заклад вищої освіти Подільський державний університет***Kostash A. / Косташ О.***postgraduate**Higher education institution Podolsk State University,**Kamianets-Podilskyi, Shevchenko, 13, 32300**Заклад вищої освіти Подільський державний університет*

**Abstract.** *The results of the study of immunocorrective and biocidal drugs that can be effectively used in poultry farming to optimize immune processes, enhance natural resistance and immunological reactivity in order to increase the productivity and resistance of poultry to diseases are presented. It was found that in experimental poultry, with the combined use of the symbiotic drug "Biomagn" with feed, the probiotic drug "Biozapin" by spraying and the biocide complex "Diolide" for the water supply system, disinfection "Biolide" in their presence contributes to better assimilation of feed and a gradual increase in the body weight of chickens, in relation to the control. The survival of poultry in all groups is 100%. When conducting a pathological-anatomical assessment of slaughtered broiler chickens of the COBB-500 cross, aged 42 days, control group I and II of the experimental groups, no deviations from physiological norms were found, all the studied organs retained their characteristic anatomical structure, physiologically developed according to age, their position was anatomically correct, and their integrity was preserved. The following pathological-anatomical diagnoses were identified: myocardial dystrophy, granular dystrophy of the liver, proventriculitis, catarrhal enteritis, involution of the bursa and thymus. Changes were detected in the heart muscle, chickens of the control group,*

**Key words:** *lymphoid follicle, broiler chickens, hyperplasia, immunoreactivity, fermentation*

Analysis of the official market of veterinary disinfectants based on registration materials for veterinary medicine [5,7, 8]. In Ukraine, 161 disinfectants are offered for the poultry industry (94% of the number of registered ones). Among them, 58.1% are products presented by foreign manufacturers, however, a fairly wide range of products of the domestic pharmacological industry indicates the high potential of Ukrainian manufacturers of animal protection products. Of these, the largest percentage is the group of alkaline products (67.9%), biocides based on aldehydes



(mainly glutaraldehyde). The second largest group (12.4%) is formed by disinfectants based on quaternary ammonium compounds (QAC). The third group (11.1%) is formed by acid-containing disinfectants. The rest (8.6%) are chlorine-based biocides and agents based only on CHAS without aldehydes, as well as oxygen-, chlorine-, iodine- and silver-containing compounds. At the same time, due to the increasing introduction of disinfectants into practice, the problem of possible formation of bacterial resistance to them arises. It is known that the basis of the resistance of microorganisms to disinfectants is a genotypic mechanism, which is not yet sufficiently studied. [6].

It has been established that the nature of the formation of resistance of microorganisms to biocidal agents and antibiotics is different: in the first case - chromosomal, in the second - plasmid, which generally complicates the selection of disinfectants. Considering that the increase in resistance to some groups of disinfectants may be latent, it is necessary to periodically rotate disinfectants [2, 4, 6, 8].

It was found that in experimental poultry, when combined with the use of the symbiotic preparation "Biomagn" with feed, the probiotic "Biozapin" and the biocide complex "Diolide", "Biolide" contributes to better assimilation of feed and a gradual increase in the body weight of chickens, in relation to the control. Namely, the poultry of the 2nd experimental group already on the tenth day of growing exceeded the live weight of the peers of the control group by 0.054 kg or 15%. In the 1st experimental group at this stage of growing, the smallest live weight (0.355 kg) was observed in comparison with the control and second experimental groups. It should be noted that already on the 20th day of cultivation, the experimental groups, in the diet of which the symbiotic preparation "Biomagn" was fed, significantly differed in live weight: the first experimental group exceeded the control by 9.7% and the second experimental group by 12.9%. Since the introduction of the symbiotic preparation "Biomagn" into the diet was carried out from the 1st to the 7th day of cultivation, such a difference in live weight between the experimental and control groups indicates a high level of prolonging action of the specified preparation. [ 4 ]. This fact is confirmed by the difference in live weight and after the end of fattening the bird at 42 days (and the drug was received from the 22nd to the 27th day). The final live weight in the control group was 2.380 kg, in the first experimental group it was significantly higher by 0.350 kg ((14%) and in the second by 0.430 (18.1%). At the same time, the survival of the bird in all groups was 100%, which is probably a positive result of using the "Diolide" preparation for drinking the bird and disinfecting the premises for keeping the bird with the biocidal preparation "Biolide". [1,2 ]

After slaughtering the birds, a pathological examination and assessment of the condition of the organs and tissues of slaughtered chickens were performed, in accordance with RI.DNDILDVSE 7.2-7-01 "Conducting pathological autopsy of all species of animals and poultry and determining the causes of their death", with subsequent selection of material for histological examination [1, 4 ], paying attention to the pathological characteristics of the following organs [2,6,7]:



The detected changes in the glandular stomach and small intestine are likely to have a mixed bacterial etiology, impaired digestive function and enzyme secretion causes the development of disorders of protein and lipid metabolism. Undigested food residues in the small intestine indicate insufficiency of the enzyme systems of the glandular stomach, pancreas and liver, the effect of bacterial toxins increases the negative effect on the liver, causes the accumulation of intermediate metabolic products and enhances the development of dystrophic changes in hepatocytes.

Macroscopic examination of chickens revealed early involution of immunocompetent organs - thymus and bursa. There are many etiological factors for the development of this condition, in particular, the dependence of the state of the organs on the factor of zinc absorption by the body of broiler chickens is described. Zinc deficiency can lead to impaired differentiation of T-lymphocytes and contribute to the development of immunosuppressive states. Early involution of immunocompetent organs can be a consequence of impaired digestive functions of the bird, due to the development of inflammatory processes in the glandular stomach and intestines [1].

When conducting a pathoanatomical assessment of slaughtered broiler chickens of the COBB-500 cross, aged 42 days, control group I and II of the experimental groups, no deviations from physiological norms were found, all the studied organs retained their characteristic anatomical structure, were physiologically developed in accordance with age, their position was anatomically correct, and their integrity was preserved.

### Conclusions

1. As a result of the pathological assessment of slaughtered broiler chickens of the COBB-500 cross, aged 42 days, which were grown with the combined use of the symbiotic preparation "Biomagn" with feed, the probiotic "Biozapin" and the biocide complex "Diolide", "Biolide" contributes to better assimilation of feed and a gradual increase in the body weight of chickens, relative to the control.

2. When conducting a pathological anatomical assessment of slaughtered broiler chickens of the COBB-500 cross, aged 42 days, of the control group, it was found that all the studied organs retained their characteristic anatomical structure, were physiologically developed in accordance with their age, their position was





anatomically correct, and their integrity was preserved.

3. The following pathological and anatomical diagnoses were identified: myocardial dystrophy, granular liver dystrophy, proventriculitis, catarrhal enteritis, involution of the bursa and thymus gland.

## References

1. Avdeeva, L.V., Lazarenko, L.M., Melnichenko, Y.O. (2015). Immunomodulatory properties of synbiotic compositions of probiotic strains of *Bacillus subtilis*, lactite or lactulose [Imunomoduliuvalni vlastyvoosti synbiotychnykh kompozytsii probiotychnykh shtamiv *Bacillus subtilis*, laktytu abo laktulozy]. *Microbiological Journal*, 77(1), 20-25 (in Ukrainian).
2. Avdosieva, I.K., Tchaikovskyy, O.I., Basarab, O.B., Regenchuk, V.V. (2020). Prevention of infectious encephalomyelitis of birds [Profilaktyka infektsiinoho entsefalomielititu ptytsi]. Lviv, 1(1), 18-22. doi: 10.36359/scivp.2020-21-2.02 (in Ukrainian).
3. Abdel-Mohsein, Hosnia Swafy, Manal, Abdalla Mohamed Mahmoud, AwadAbdel-Hafez, Ibrahim. Tetracycline Residues in Intensive Broiler Farms in Upper Egypt: Hazards and Risks *J. World'sPoult. Research Paper*. September 25, 2015, 5(3), 48–58. [Electronic resource]. Access mode: [http://jwpr.scienceline.com/attachments/article/33/J%20World's%20Poult%20Res%205\(3\)%2048-58,%202015.pdf](http://jwpr.scienceline.com/attachments/article/33/J%20World's%20Poult%20Res%205(3)%2048-58,%202015.pdf)
4. Azirkina, I.M. (2020). Scientific and practical substantiation of application of microbiological methods of determination of antibiotic residues in poultry products: dis.: 16.00.03 [Scientific and practical substantiation of application of microbiological methods of determination of antibiotic residues in poultry products]. Kyiv, 186 (in Ukrainian).
5. Albero, B., Tadeo, J.L., Escario, M., Miguel, E., Pérez, R.A. Persistence and availability of veterinary antibiotics in soil and soil-manure systems. *Sci. Total Environ*, 2018, 643. P.1562–1570. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.06.314
6. Bashchenko, M.I., Stegnyy, B.T., Gerilovich, A.P. (2017). Problems and prospects of development of standards of biological safety and biological protection in veterinary medicine and biotechnology. *Problemy i perspektyvy rozvytku standartiv biolohichnoi bezpeky ta biolohichnoho zakhystu u veterynarii medytsyni ta biotekhnolohii. Veterinary medicine*, 103, 8-13 (in Ukrainian).
7. Bordunova, O.G. (2013). The use of disinfectants in industrial poultry: scientific practice. *rekom. [Vykorystannia dezinfikuiuchykh preparativ u promyslovomu ptakhivnytstvi : nauk.-prakt. rekom]*. Sumy, 39, 31 (in Ukrainian).
8. Breslavets, V.O., Glebova, K.V., Yaroshenko, M.O., Pavlichenko, O.V., Stegnyy, O.O. (2017). Use of biocidal products for disinfection of hatching eggs of chickens. [Vykorystannia biotsydneykh preparativ dlia dezinfektsii inkubatsiinykh yaiets kurei]. *Modern. poultry breeding*, 3(4), 20–24 (in Ukrainian).
9. Dyshlyuk, N.V., & Orlova, A.V. (2017). Structure's features of esophagus and it's immune formations of quails. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*. 19(77), 3–6. doi:10.15421/nvlvet7701.



**Анотація.** Наведені результати дослідження препаратів імуно-коригувальних та біоцидної дії, які можна ефективно використовувати в умовах птахівничого господарства для оптимізації імунних процесів, посилення природної резистентності та імунологічної реактивності з метою підвищення продуктивності і стійкості птиці до захворювань. Встановлено, що у дослідній птиці за комбінованого застосування їм симбіотичного препарату «Біомагн» з кормом, пробіотичного засобу «Біозапін» шляхом розпилення і комплексу біоцидів «Діолайд» для системи водопостачання, дезінфекції «Біолайд» у їх присутності сприяє кращому засвоєнню комбікорму та поступовому збільшенню маси тіла курчат, по відношенню до контролю. Збереженість птиці у всіх групах 100 %. При проведенні патологоанатомічної оцінки забійних курчат-бройлерів кросу СОВВ-500, віком 42 дні контрольної групи I та II дослідних груп не встановлено відхилень від фізіологічних норм, всі досліджувані органи зберігала характерну анатомічну будову фізіологічно розвинені відповідно до віку, положення їх анатомічно правильне, цілісність збережена. Виявлено наступні патолого-анатомічні діагнози: міокардіодистрофія, зерниста дистрофія печінки, провентрикуліт, катаральний ентерит, інволюція бурси та вилочкової залози. Виявлені зміни у серцевому м'язі, курчат контрольної групи,

**Ключові слова:** лімфоїдний фолікул, курчата-бройлери, гіперплазія, імунореактивність, ферментація.



УДК 606:63

**FEASIBILITY STUDY OF THE BIOTECHNOLOGY PRODUCTION PROJECT****ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБ ГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА****Kovalenko V. M. / Коваленко В. М.***PhD (agric.sc.), as.prof. / к.с.-г.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-9830-3370

**Bashlai S. V. / Башлай С. В.***PhD (econom.sc.), as.prof. / к.е.н., доц.*

ORCID: 0000-0002-2247-5440

*Sumy National Agrarian University, Sumy, Herasya Kondratieva 160, 40000**Сумський національний аграрний університет, Суми, Герасима Кондратьєва, 160, 40000*

**Анотація.** В роботі розглядаються окремі моменти необхідності та можливостей впроваджувати та застосовувати нові альтернативні засоби виробітку енергії. Враховуючи майже невичерпні сировинні ресурси, все більше уваги в світі привертають біотехнології. Прагнення до сталого розвитку та сприятливі зміни в законодавстві додатково стимулюють інвесторів вкладати кошти у створення біотехнологічних установок потужностей. Однією із основних сфер, що сприяє вирішенню проблем біоенергозабезпечення виступає сільське господарство, де відбувається активне впровадження ефективних заходів переробки відповідних видів біомаси з метою отримання позитивного економічного й екологічного ефекту від виробництва енергоресурсів. Метою дослідження є обґрунтування доцільності реалізації проектів щодо генерацією енергії із біоресурсів та покращення екологічної ситуації в світі.

**Ключові слова:** основи проектування, біотехнологічні процеси, техніко-економічне обґрунтування, біомаса, біопаливо

**Вступ.**

Процеси світової глобалізації принципово змінює співвідношення між зовнішніми і внутрішніми чинниками сталого розвитку. При цьому з'являються нові можливості для переливання капіталів та технологій, практично, у будь-якому напрямі на земній кулі. Світова економіка зазнає значних трансформацій, зумовлених новою хвилею технологічних інновацій четвертої промислової революції. Такий стрімкий розвиток виробничих технологій та неодмінне прагнення до їхньої екологізації стимулюють пошук нових джерел енергії. Зокрема, серед напрямків альтернативної енергетики, все більшого розвитку набувають біотехнологічні форми, що базуються на використанні, в якості відновлювального джерела енергії, в першу чергу, органічних речовин тваринного і рослинного походження. Зокрема, така енергія може бути отримана, як із органічних відходів, так і з продуктів рослинницької галузі сільського господарства, так званих, «енергетичних» рослин.

Результати окремих досліджень [2-5] дають підстави стверджувати, що досягнення сталого розвитку та економічної стійкості, є залежними саме від зеленого економічного зростання. В першу чергу, це відбувається через те, що саме екологічно чисті, енергозберігаючі інновації, а також прагнення до сталого виробництва енергії та розширення енергетичного балансу (з використанням



технологій відновлюваних джерел енергії) стають рушійними силами забезпечення зеленого економічного зростання. Особлива увага, все частіше, приділяється застосуванню біоенергетичних технологій. Зокрема, в сучасній енергетиці особливе місце займає переробка біомаси (наприклад, сільськогосподарських відходів) та знезаражених органічних добрив метановим бродінням з отриманням біогазу, який містить близько 70 % метану. З іншого боку, в сільському господарстві особливо важливою є утилізація біомаси. За різними джерелами можна констатувати, що у світовій практиці відомо близько 60 різновидів біометанових енергетичних біотехнологій [5].

Виробництво різних видів палива із біомаси сільськогосподарського походження – один з ефективних способів її утилізації та оперування необхідною енергією з відновлюваних джерел. Подібні технології та стратегії вкрай важливі для країн, що є залежними від імпорту первинних енергоносіїв. Повною мірою, це стосується і України, адже, рівень забезпеченості вітчизняними енергоресурсами становить лише 20-25 %, а стан довкілля потребує нагального покращання.

### **Основний текст**

Під екологічно чистими технологіями ведення аграрного виробництва варто розуміти комплексні підходи до сталого використання природи та природних елементів на благо людини та водночас поліпшення стану природи. Надважливо, при цьому те, що рішення мають бути адаптовані до місцевих потреб (наприклад, захист місцевого населення від повеней) та умов довкілля (наприклад, місцеві екосистеми, клімат).

Серед виробничих секторів економіки України найбільшим потенціалом наділений саме агропродовольчий. Зокрема, саме в ньому відзначається потенціал для заміни викопної сировини біоресурсами – більше 57 % ресурсів оцінюється як замінні. Наступним в ранзі секторів із найбільшою часткою ресурсів, що можуть бути замінені, на думку дослідників цього питання, є сектор переробної промисловості (біля 48 %). Також в трійці перспективних – сфери енергетики (46 %) та текстильна промисловість (45,6 %) [6].

В Європі виробництво енергії з твердої біомаси помітно зросло за останні десятиліття, досягнувши піку в 2021 році рівня в понад 100 млн. метричних тон нафтового еквівалента. Ці ресурси біомаси, в першу чергу, охоплюють різноманітний спектр матеріалів агропромислової та лісової галузей. Зокрема, сировина отримана з дерев і лісових залишків, часто використовується у вигляді колод, трісок або гранул. В рослинництві активно культивуються енергетичні – спеціально через їхню високу урожайність та енергетичний вміст. Продукти тваринного походження, зокрема гній для худоби, також можуть бути перероблені для виробництва біогазу.

Сектор біоенергетики також здатний використовувати відходи для виробництва енергії; включаючи звалищ ний газ, тверді побутові відходи та осад стічних вод. Для країн Європейського Союзу біомаса зробила значний внесок у сектор відновлюваної енергетики. Зокрема, тільки за 2022 рік, в такий спосіб, було вироблено 169,4 терават-год. електроенергії, що стало третім, за обсягами, джерелом відновлюваної енергії після вітрової та гідравлічної [7].

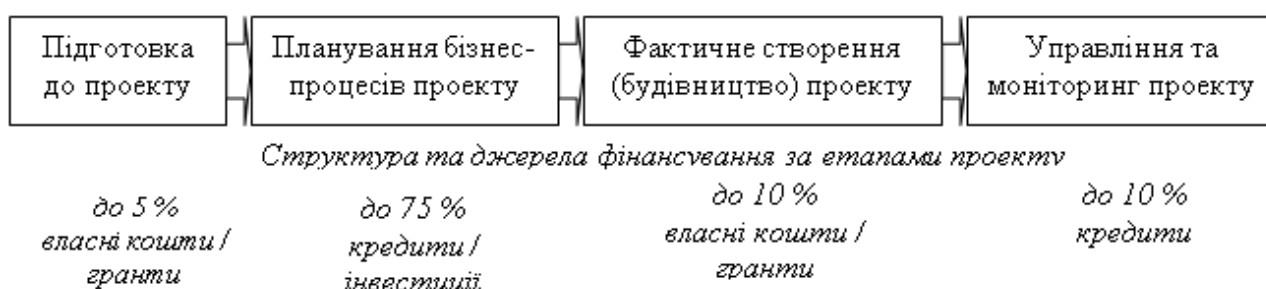




Подібно до біомаси, виробництво біопалива в країнах ЄС також суттєво зросло. За період 2000-2022 рр. видобуток зріс з 12 тис. на день до, близько 228 тис. барелів нафтового еквівалента на день. А споживання біопалива для транспорту в Європейському Союзі досягло масштабу в 17,1 млн. метричних тон нафтового еквівалента. Далі зростання продовжувалося і в 2023 р. виробництво біопалива склало вже, близько 295 тис. барелів нафтового еквівалента на день, тобто, приблизно на 1,5 % більше, ніж у попередньому році. Однак, найвище зафіксоване значення було досягнуте у 2019 р. – виробництво становило 300 тис. барелів нафтового еквівалента щодня. В контексті соціально-економічного впливу сектору біоенергетики, у 2022 р. для створення біомаси було задіяно близько 331,7 тис. осіб. [6, 7].

Техніко-економічне обґрунтування проекту виступає тим важливим документом, який, на основі системи показників та розрахунків дозволяє визначати ефективність відповідних інвестиційних рішень за ним. Згідно стандартизованого підходу до його формування закладена можливість для детального обґрунтування відповідальних проектних рішень: з будівництва потужностей, якості та конкурентоспроможності продукції, вартості проекту та визначення техніко-економічних показників ефективності, оцінки впливу на навколишнє середовище та ін.

В рамках першочергової дії при розробці та реалізації проекту на засадах біотехнологічного виробництва, доцільно чітко визначити його ключові елементи: етапи діяльності, напрямки та джерела фінансування, а також складові успіху біотехнологічного проекту (рисунок 1).

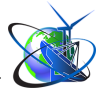


**Рисунок 1 – Схема етапів і джерел фінансування біотехнологічного проекту**

*Джерело: авторська розробка за даними [6, 7]*

Ключовими соціально-еколого-економічними орієнтирами (цілями) розробки та реалізації проекту, наприклад, в сфері біоенергетичного забезпечення будуть виступати наступні:

- зменшити споживання традиційних ресурсів за рахунок заміщення біопаливом;
- збільшити обсяги виробництва теплової енергії з біомаси;
- модернізувати обладнання з можливістю використання біопалива;
- утилізувати відходи виробництва з отриманням корисної енергії;
- зменшити собівартість виробництва теплової енергії за рахунок використання біопалива;
- збільшити кількість споживачів теплової енергії;



- зменшити викиди парникових газів;
- створити нові робочі місця на підприємстві та ін.

Біотехнологічна переробка є ключовим аспектом забезпечення сталості економіки в рамках відповідної стратегії Європейського Союзу. В цьому контексті, саме зелена економіка, що спрямована на підвищення добробуту людей та соціальну рівність, одночасно зменшуючи екологічні загрози та дефіцит природних ресурсів, активно впроваджує в себе розвиток чистих, відновлюваних біотехнологічних технологій. Сталий розвиток економіки включає в себе не лише розвиток чистих енергетичних технологій та енергоефективності, але й впровадження сталого споживання та виробництва, інтегрованої продуктової політики, зелених державних закупівель, створення зелених робочих місць та проєкологічної фіскальної реформи. Це дозволить забезпечити стабільність екологічно чистих біотехнологій та сприятиме більш сталому розвитку [8].

Отже, використання екологічно чистих технологій діяльності, що базуються на прийнятті природо-орієнтованих рішень в аграрній сфері – це реалізація заходів, заснованих на природних процесах. Такі рішення базуються на тому, що природа використовує силу функціонуючих екосистем як інфраструктуру для надання екосистемних послуг на користь суб'єктів аграрного виробництва, суспільства та довкілля.

В політиці циркулярної економіки центральна роль у процесі прийняття рішень відводиться ефективному використанню ресурсів – забезпечення доданої вартості з більш тривалим та повторним використанням ресурсів. В такому разі, зменшується кількість відходів, знижується попит на ресурси (такі як вода, викопне паливо і енергія), підвищується ефективність і зменшуються затрати. Використання біомаси має значний потенціал виробництва тепла та електроенергії завдяки наявним залишкам рослинництва та тваринництва у сільському господарстві, сприятливим кліматичним умовам, наявністю сільськогосподарських угідь, відносно недорогою робочою силою та великою кількістю полігонів твердих побутових відходів.

У біомасі накопичується первинна сонячна енергія при зростанні рослин, а це означає, що першоджерело внутрішньої енергії біомаси – випромінювання Сонця. Рослинна біомаса – одне з найважливіших екологічно чистих джерел енергії Землі. Вона утворюється при фотосинтезі з діоксиду вуглецю та води з виділенням кисню. При утворенні 1 кг рослинної біомаси поглинається близько 1,83 кг діоксиду вуглецю і стільки ж виділяється при її розкладанні (окисленні та горінні). Отже, вміст діоксиду вуглецю в атмосфері залишається незмінним. Крім того, при спалюванні біомаси виділяється набагато менше сірки та золи, ніж при спалюванні, наприклад, вугілля. Внесена у ґрунт зола від спаленої біомаси служить добривом, сприяє зростанню та розвитку рослин. Отже, всі процеси, від росту рослин до різних перетворень біомаси, є природним безвідходним кругообігом біогенних речовин у біосфері.

В контексті визначення доцільності реалізації проєктів біотехнологічного виробництва, в першу чергу, варто зважати на доволі перспективний напрямок використання біомаси – виробництво біоетанолу і біодизеля. Зазначені



екологічні палива з продукції аграрної сфери господарювання є особливо привабливими в часи енергетичної залежності та економічних криз.

Біоетанол – це обезводнений етиловий спирт із супутніми домішками, вироблений із біомаси та/або біологічно розкладних компонентів. До найпоширеніших сировинних джерел виробництва біоетанолу варто віднести наступні: цукрова тростина, меляса, цукровий буряк та зерно (90 % кукурудза). Досить важливим екологічним чинником, при цьому, є той факт, що біоетанол, практично, нейтральний щодо викидів парникових газів і відрізняється тим, що скорочує їх до 75 %, у порівнянні з мінеральним паливом. За даними міжнародних джерел, в 2022 році біоетанол заміщував більше 11 % бензинів, а до 2030 р. цей показник має досягти значення в 14 % [7].

До основних економічних переваг виробництва біоетанолу варто віднести наступне: стабільно зростаючий ринковий попит, швидка оборотність (до 5 днів), висока рентабельність виробництв як самого біоетанолу – 35 %, так і субпродуктів ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ) – більше 100 %. Процес виробництва біоетанолу сприяє трансформаційному переходові до застосування відновлюваних джерел енергії, стимулюючи розвиток аграрного сектора економіки, підвищуючи екологічну та енергетичну безпеку відповідних виробництв.

Біодизель (дизельне біопаливо,  $\text{C}_{13}\text{H}_{24}$ ) – складний метиловий ефір, що може бути отриманий із олії рослинного або тваринного походження. В основі його виробництва – суміш моноалкільних ефірів жирних кислот. При цьому, найчастіше, використовують соняшникову, рапсову, лляну та інші рослинні олії. Оптимальною сировиною є сільськогосподарська культура ріпак, адже відсоток виходу дизельного палива з 1 т його олії досягає 96 %. З позиції організації технологій сільськогосподарського виробництва – ріпак ідеальна культура для сівозміни з пшеницею. Його вирощування дозволяє добре структурувати ґрунт, внаслідок чого урожайність зернових культур-послідовників, може зростати до 10-15 ц/га.

Техніко-економічний аналіз проекту полягає у виявленні можливих рішень, що мають бути реалізовані, зокрема, з урахуванням технічної, економічної, екологічної та інституційної доцільності. За результатами такого аналізу є можливим формувати та основні проектні рішення; визначати потужність виробництва; управляти номенклатурою та якістю продукції; дбати про належне забезпечення сировиною, матеріалами, напівфабрикатами, паливом, електро- та теплоенергією, водою і трудовими ресурсами; впливати на вартість будівництва та основні техніко-економічні показники; надавати всебічну оцінку впливів планованої діяльності на стан навколишнього середовища.

При проектуванні також важливо враховувати наявні та потенційні обмеження, що можуть прямо чи опосередковано впливати на результат. До таких варто віднести: фінансово-економічні, часові, соціальні, організаційно-технічні та екологічні обмежуючі чинники впливу.

Поруч з цим кожен такий проект реалізується в рамках існування та потенційного прояву певного спектру ризиків: правових, ринкових, адміністративних, проектних, фінансових, операційних та інших.



В умовах ринкової економіки, визначальним моментом стають оперативність та точність оцінки доцільності (ефективності) біотехнологічного проекту. Для досягнення цієї мети проектування можна застосувати цілий спектр різноманітних методів, що можна об'єднати в наступні системні види:

- 1) фінансово-економічної оцінки проекту (статичні, динамічні);
- 2) аналізу ефективності проекту (витрат і вигід, мультикритеріальний аналіз, ефективності, мінімізації чи корисності витрат).

### **Висновки.**

В якості підсумків дослідження актуальності та ключових аспектів проектування біотехнологічного виробництва, на прикладі використання сировини аграрної сфери господарювання, оцінимо плюси й мінуси використання біомаси як енергетичного ресурсу.

До основних недоліків біомаси, як джерела для отримання біоенергетичної продукції, можна віднести наступні:

- це сировина з нижчою теплотворною здатністю, ніж вугілля чи природний газ;
- внаслідок спалювання біомаси в котлах утворюється велика кількість золи, тому опалювальну систему доводиться постійно очищати;
- пелети, тріску чи соломі треба зберігати належним чином, інакше вони швидко вбирають вологу та втрачають ефективність;
- ціна сировини для виробництва біомаси зростає внаслідок підвищення цін на енергоносії.

Основні переваги біомаси:

- ✓ не потребує видобутку і є 100-відсотковим відновлювальним та загальнодоступним ресурсом;
- ✓ утворюється внаслідок утилізації побутових відходів чи екскрементів тварин, тобто матеріалу, тисячі тон якого щодня виробляється у всьому світі;
- ✓ має природне походження, а тому біологічні відходи не завдають шкоди навколишньому середовищу, а отримана з них зола – чудове органічне добриво;
- ✓ можна екологічно виробляти з відходів обробки деревини;
- ✓ цінне джерело біопалива – спеціальні енергетичні культури, що їх вирощують на пустирях або на безплідних постіндустріальних ґрунтах;
- ✓ швидкорослі види рослин (верба або топінамбур) використовуються як сировина для виробництва біопалива, при цьому виробляють кисень і покращують стан ґрунтів.

Отже, біомаса – один із найперспективніших видів сировини, без якого складно уявити сучасну світову енергетику.

### **Література:**

1. Глобалізаційні процеси у світовій економіці: виклики та можливості для України : колективна монографія / за заг. ред. д.е.н., проф. О.О. Борзенко ; НАН України, ДУ «Ін-т екон. та прогнозів. НАН України». Київ, 2022. 264 с. URL: <http://ief.org.ua/wp-content/uploads/2022/10/Globalizaciyni-procesy-u-svitoviy->





economici.pdf .

2. Башлай С. В., Сохацька О. М., Рубан О. О. Вплив зеленої економіки на стале зростання та економічну стійкість країни: переваги та виклики. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія: «Економічні науки»*. 2024. № 7. DOI: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2024-7-10103>.

3. Aldieri L., Brahmi M., Bruno B., Vinci C. Circular economy business models: the complementarities with sharing economy and eco-innovations investments. *Sustainability*. 2021. № 13 (22). DOI: <https://doi.org/10.3390/su132212438>.

4. L.-N. Hao, M. Umar, Z. Khan, W. Ali Green growth and low carbon emission in G7 countries: how critical the network of environmental taxes, renewable energy and human capital is? *Sci. Total Environ.* 2021. № 752. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2020.141853](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141853).

5. Башлай С. В., Резніченко В. П. «Зелена хімія» та інноваційні матеріали: екологічно безпечні продукти. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки»*. 2023. № 6 (327). С. 142-149. DOI: <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2023-327-6>.

6. Вострякова В., Зайцева-Чіпак Н., Фау Є. Інноваційний розвиток біоекономічного потенціалу України. Вінниця. 2024. 52 с.

7. Energy & Environment. *Statistica – The Statistics Portal for Market Data, Market Research and Market Studies*. URL: [khttps://www.statista.com/markets/408/energy-environment/](https://www.statista.com/markets/408/energy-environment/).

8. Bashlai S., Pihul O., Somushkin V., Glukh V., and Kulahin D. Environmental management of modern international corporations in the context of sustainable development. *E3S Web of Conferences*, 559 (2024) 01001. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202455901001>.

**Abstract.** *This paper discusses some aspects of the need and opportunities to introduce and use new alternative means of energy production. Given the almost inexhaustible raw material resources, biotechnology is attracting more and more attention around the world. The desire for sustainable development and favorable changes in legislation further encourage investors to invest in the creation of biotechnology facilities. One of the main areas that contributes to solving the problems of bioenergy supply is agriculture, where there is an active implementation of effective measures for processing the relevant types of biomasses in order to obtain a positive economic and environmental effect from energy production. The purpose of the study is to substantiate the feasibility of implementing projects to generate energy from bioresources and improve the environmental situation in the world.*

**Key words:** *design basics, biotechnological processes, feasibility study, biomass, biofuels*

Статтю надіслано: 08.01.2025 р.

© Коваленко В. М.



УДК 616.6-089.819-089.5

**ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF MULTIMODAL ANESTHESIA IN PATIENTS WITH CANCER OF THE BODY OF THE UTERUS DURING HYSTERECTOMY****АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЇ АНЕСТЕЗІЇ, У ХВОРИХ НА РАК ТІЛА МАТКИ ПРИ ГІСТЕРЕКТОМІЇ****Bosenko K.V. / Босенко К.В.***Ph.D, Associate Professor/Доктор Філософії, Доцент*<https://orcid.org/0009-0009-5449-0918>**Budniuk O.O. / Буднюк О.О.***Doctor of Medical Sciences, Professor,*<https://orcid.org/0000-0002-0477-5036>*Odesa National Medical University, Odesa, 2 Valikhovskiy lane, 65082**Одеський національний медичний університет, Одеса, Валіховський провулок, 65082*

**Анотація** Стаття присвячена пошуку найбільш ефективному методу знеболення у пацієнтів з раком тіла матки, з метою оптимізації використання мультимодальної тактики анестезіологічного забезпечення, яке б допомогло покращити післяопераційне відновлення та зменшити кількість ускладнень.

Оцінивши досвід який ми отримали при проведенні анестезіологічного забезпечення ми порівняли ефективність мультимодального підходу, що є компонентом ERAS стратегії, із використанням інгаляційної анестезії та епідуральної аналгезії, перед загальною інгаляційною анестезією без регіональних методів знеболювання. А також оцінили вплив мультимодальної тактики щодо контролю післяопераційного болю та швидкості одужання у пацієнтів, яким проводили екстирпацію матки у зв'язку з раком тіла матки. Нами було досліджено 87 хворих жінок із діагнозом *Cx corporis uteri*. Група I (n=44) використовувався мультимодальний підхід та застосовувалась інгаляційна анестезія та епідуральна аналгезія, а група II (n=43) отримала інгаляційну анестезію без застосування регіональних методів знеболювання. Оцінку болю проводили всім пацієнтам щодня під час відпочинку та активності в післяопераційні дні до виписки з палати за допомогою числової оціночної шкали болю, також оцінювали кількість опіоїдного знеболювання та час перебування у клініці. Відповідно до записів листів призначень у післяопераційному періоді споживання опіоїдів через 24 години після операції було значно нижчим у стандартизованій середній різниці групи I яка отримувала безперервну епідуральну інфузію 0,25% бупівакаїну зі швидкістю 5.2 +/- 2,4 мл на годину (P<0,001). Були відмічені деякі відмінності щодо тривалості перебування в стаціонарі, варіабельності періопераційного артеріального тиску, і частоти періопераційних гемодинамічних ускладнень. Мультимодальна анестезія та післяопераційна епідуральна аналгезія краще забезпечують контроль післяопераційного білю порівняно із загальною анестезією та системною аналгезією, з подібним впливом на гемодинамічний статус. Даний метод забезпечує адекватний анестезіологічний захист та комфортні умови для пацієнта під час лікування, за рахунок зменшення больових відчуттів після операції, знижує потребу у наркотичних анальгетиках та прискорює процес одужання.

**Ключові слова:** мультимодальна анестезія, епідуральна аналгезія, рак тіла матки

**Вступ** Після публікації оригінальних рекомендацій Товариства покращеного відновлення після операції (ERAS) для гінекологічної онкології в 2016 році [ 1 , 2 ] і першого оновлення в 2019 році [ 3 ] нещодавній мета-аналіз зробив висновок, що застосування ERAS стратегії в гінекологічній онкології сприяє зменшенню тривалості перебування хворих в лікарні (LOS) на 1,6 дня,



скорочення на 32% післяопераційних ускладнень, 20% зниження повторної госпіталізації, відсутність змін у 30-денній післяопераційній смертності [ 4 ]. Грунтуючись на цих доказах, ERAS тепер має стати стандартом лікування в нашій галузі. Проте є кілька нещодавніх публікацій, в яких було досліджено поширення ERAS в гінекологічній онкології по усьому світі [ 5 ]. Результати показують, що, незважаючи на всі зусилля, багато рекомендацій ERAS залишаються погано дотриманими, а бар'єри для впровадження ERAS все ще залишаються.

Ключові пункти протоколу ранньої реабілітації включають доопераційну проінформованість пацієнта, скорочення часу передопераційного голодування, вуглеводне навантаження за 2 години до операції, стандартизацію схем анестезії та післяопераційного знеболювання (використання регіонарних методик, мультимодальну анестезію та неопіоїдну аналгезію), а також ранню мобілізацію та ентеральне харчування [6]. Очевидно, що ці ж методи можуть бути використані для швидкого відновлення та зниження потреби у тривалому моніторингу та часі перебування в стаціонарі і при таких великих операціях, як гістеректомія [7].

Недостатнє контролювання переопераційного болю залишається проблемою дотепер. Результати двох великих досліджень, проведених у США, вказують на те, що 70–83% пацієнтів терпить біль протягом 2 тижнів після хірургічної операції. Зниження відчуття болю є інтегральною частиною щоденного хірургічного лікування, оскільки не тільки мінімізує терпіння пацієнта, покращує якість його життя, зменшує перебування пацієнта у шпиталі, а й зменшує фінансові затрати на лікування. Оптимізація лікування хворих які страждають на постійне відчуття болю залежить від кількох чинників: від організації служби лікування гострого болю, навчання пацієнтів, від регулярного підвищення кваліфікації персоналу, застосування мультимодальної аналгезії [8].

Не варто забувати про біль, який супроводжує пацієнтів під час хірургічного лікування. З появою нових знеболювальних препаратів, засобів знеболення та технологій доставки анестетиків і анальгетиків значно зросли можливості медицини у лікуванні болю та патологічних процесів, спричинених хірургічною травмою. Одним із десяти базових прав, пов'язаних із безпекою пацієнта, є право на усунення післяопераційного болю, що затверджено в Гельсінській декларації. Завдяки визнанню у світі важливості та усвідомленню недооцінки проблем, пов'язаних із гострим болем, за останні тридцять років було запропоновано принципово нові підходи та розроблено і адаптовано національні протоколи щодо контролю болю із позиції доказової медицини [9].

Покращення хірургічної та анестезіологічної техніки, сучасного медикаментозного забезпечення, удосконалення периопераційного анестезіологічного менеджменту забезпечили як розширення показань до хірургічного лікування хворих із злоякісними новоутвореннями матки, так і сприятливий перебіг периопераційного періоду. При цьому успіх хірургічного лікування пацієнтів з раком тіла матки зумовлений насамперед оптимізацією програми передопераційної підготовки та анестезіологічного забезпечення [10].



Неефективне лікування післяопераційного болю супроводжується збільшенням катаболізму та потреби у кисні після операції іммобілізації, уповільненням функціонального відновлення пацієнта, послабленням кишкової перистальтики, зростає рівень респіраторних та серцево-судинних ускладнень, що приводить до збільшення смертності у ранньому та віддаленому (30 добова летальність) післяопераційному періоді онкохірургічних хворих [11].

Таким чином, для якісного, безпечного та максимально швидкого лікування пацієнтів з важким преморбідним фоном необхідна збалансована та узгоджена робота всіх учасників у лікуванні пацієнта співробітників. Сучасні технології хірургічного забезпечення, в основі якої лежить мультимодальна аналгезія, виходить на перший план і в загальній хірургії, і в онкохірургії, оскільки дозволяє не лише зменшити біль без використання опіоїдів, а й прискорити відновлення пацієнта за мінімальної кількості побічних ефектів. Така концепція ведення пацієнтів була розроблена та отримала назву «прискорена реабілітація після хірургічного лікування» (Enhanced Recovery After Surgery – ERAS), або «прискорене відновлення» (Fast-track surgery) [12].

**Мета дослідження:** порівняти та оцінити вплив двох методів анестезіологічного забезпечення при екстирпації матки з додатками у зв'язку з раком тіла матки, на характер післяопераційного знеболення та відчуття болю.

#### Об'єкти і методи дослідження

Досліджування яке проводилось відповідало етичним стандартам нашої установи щодо пацієнтів, а також Гельсінської декларації. Набір пацієнтів розпочали під час передопераційного візиту до Університетської клініки. До дослідження було включено 87 гінекологічних хворих яким була виконана екстирпація матки з придатками у зв'язку з раком тіла матки. Усі хворі були госпіталізовані у хірургічне відділення Університетської клініки Одеського національного медичного університету. Середній вік осіб I групи становив  $54,3 \pm 7,6$  років, осіб II групи -  $51,7 \pm 5,2$  років. Доопераційне стадіювання раку тіла матки розподілили таким чином: Cr corporis uteri St IA – 44 жінок (52,62% від загальної кількості осіб); Cr corporis uteri St IB – 28 (32,24%); Cr corporis uteri St IIA – 9 (10,40%); Cr corporis uteri St IIB – 6 осіб (6,89%).

**Таблиця 1 - Дані пацієнтів, отримані з карт пацієнтів**

	Група I (n=44)	Група II (n=43)	P значення
Вік	54,3±7,6	51,7±5,2	NA
Оцінка ASA (II/III/IV)	3/38/3	2/39/2	NA
Супутні захворювання			
Гіпертонічна хвороба	38 (90%)	32 (76%)	NA
Ішемічна хвороба серця	14 (31%)	12(28%)	NA
Серцева недостатність	13 (29%)	11 (26%)	NA
Цукровий діабет	4 (9%)	3 (6%)	NA
Хронічне обструктивне захворювання легень	11 (25%)	9 (21%)	NA

**Примітки:** дані представлені як середнє  $\pm$  стандартне відхилення, число або число (відсоток).





У більшості жінок досліджуваної групи виявлено екстрагенітальну патологію які були узагальнені в **таблиці 1**.

Всі хворі жінки були співставленні за віком, супутньою патологією та об'ємом крововтрати, яка у 1 та 2 групі достовірно не відрізнялась.

I (основна) група – 44 хворих на рак тіла матки, які отримали мультимодальну загальну анестезію з інгаляційним анестетиком у поєднанні з епідуральною аналгезією яка була продовжена у післяопераційному періоді .

У групі 1 на операційному столі проводили інфузію (6-10 мл/кг маси тіла) кристалоїдних розчинів. У положенні хворого сидячи у вибраному міжостистому проміжку на рівні Th IX-XI пунктували епідуральний простір, катетер орієнтували у краніальному напрямку на глибину 3-5 см. Після введення тест-дозы 40 мг лідокаїну за 25–30 хв до розрізу в катетер вводили: 0,5 % розчину бупівакаїну – 5 мл болісно та ще 10 мл інфузувалася зі швидкістю 20 мл/год. Швидкість введення знижувалася до 4-6 мл/годину залежно від показників гемодинаміки та обширності операції. Рівень симпатичного блоку намагалися доводити до Th 7-8. Індукція здійснювалася пропофолом 1% у дозі 2 мг/кг ваги, потім на фоні введення міорелаксантів (тракіум 0,6 мг\кг), виконувалася інтубація трахеї. Ендотрахеально проводили інгаляцію севофлюраном 1.8 - 2,2 об% (0,4–0,5 МАК), а також внутрішньовенне введення 0,005% розчину фентанілу в травматичні моменти операції за показаннями. Післяопераційну аналгезію здійснювали безперервним введенням в епідуральний простір розчину бупівакаїну 0,25% зі швидкістю 5.2 +/- 2,4 мл на годину, яка продовжувалась на протязі 48-72 години.

II (контрольна) група – 43 хворих на рак тіла матки, які отримали хірургічне лікування у супроводі інгаляційної анестезії з використанням севофлюрану та опіоїдного анальгетика фентаніла 0,005 %. Індукція здійснювалася пропофолом 1% у дозі 2 мг/кг ваги, потім на фоні введення міорелаксантів (тракіум 0,6 мг\кг), виконувалася інтубація трахеї. Далі проводилася ендотрахеальна інгаляція севофлюрану 2,5–3,3 об% (0,7–0,8 МАК), під час найбільш травматичних етапів операції, з урахуванням вегетативних реакцій та показників гемодинаміки, додатково здійснювалося внутрішньовенне введення 0,005 % розчину фентанілу.

В обох групах використовували ERAS-протокол:

Премедикацію напередодні ввечері не проводили, дозволялося вживання 200 мл прозорих рідин за 3 години, а твердої їжі – за 6 годин до операції. Для профілактики вторинних тромбоемболічних ускладнень за 12 годин до оперативного лікування та через 4 години після хворим вводили низькомолекулярний гепарин (еноксапарин 40 мг п/к) [13].

У основі лікування післяопераційного болю в обох групах був застосований мультимодальний підхід знеболення, в основі використання якого були застосовані такі препарати як: морфін 1%, парацетамол (ацетамінофен), нефопаму гідрохлориду.

Рівень болю оцінювався за візуальною аналоговою шкалою (ВАШ), для кожного пацієнта з обох груп.

Нормальність розподілів перевіряли за допомогою критерію Шапіро-Вілка.



Параметричні дані були представлені як середнє  $\pm$  стандартне відхилення (SD), непараметричні дані були представлені як медіана  $\pm$  SD, а категоричні дані були представлені як число (%). Параметричні дані (вік, перебування в стаціонарі, а також тривалість післяопераційного лікування) аналізували за допомогою *t*-тесту Стьюдента, непараметричні дані (тривалість операції, значення артеріального тиску, значення частоти серцевих скорочень, внутрішньовенне введення рідини, виділення сечі, випадки гемодинамічних ускладнень та бали за шкалою болі), аналізували за допомогою *U*-тесту Манна-Уїтні, а категоричні дані (стать і бали ASA) аналізували за допомогою критерію  $\chi^2$ -квадрат. Зв'язок між безперервними змінними, такими як внутрішньовенні рідини або виділення сечі, і тривалістю операції аналізували за допомогою дисперсійного аналізу (ANOVA);  $P < 0,05$  вважали статистично значущим.

### Результати дослідження

Результати що були отримані характеризувалися стабільнішими показниками центральної гемодинаміки у пацієнтів I-ї групи на протязі всієї операції. У 2-ій групі пацієнтів спостерігалось коливання артеріального тиску, та потрібна була додаткова анальгезія наркотичними анальгетиками та поглиблення рівня анестезії. Змінни інтраопераційної гемодинаміки узагальнено в **таблиці 2**. Зниження середнього артеріального тиску досягало 35-45% у 2 пацієнтів в I групі та у 4 пацієнтів в II групі ( $P=0,0002$ ). Ці пацієнти потребували внутрішньовенного введення норадреналіна на додаток до внутрішньовенних колоїдів. Не було випадків гіпертензії, тахікардії чи брадикардії.

**Таблиця 2 - Тривалість операції, показники гемодинаміки та ускладнення, зареєстровані під час операції**

	Група I	Група II	P значення
	(n=44)	(n=43)	
Середня тривалість операції (хв)	128 $\pm$ 37	140 $\pm$ 31	NA
Середній артеріальний тиск (мм рт. ст.)	72 $\pm$ 12	84 $\pm$ 17	NA
Середня частота серцевих скорочень (уд/хв)	68 $\pm$ 15	72 $\pm$ 12	NA
Медіана внутрішньовенної рідини (мл)	1450 $\pm$ 615	1275 $\pm$ 485	NA
Середній обсяг сечі (мл)	415 $\pm$ 40	370 $\pm$ 50	NA
Кількість епізодів гіпотензії	4 (9%)	2 (4,6%)	NA

**Примітки:** дані представлені як середнє  $\pm$  стандартне відхилення або число (відсоток).

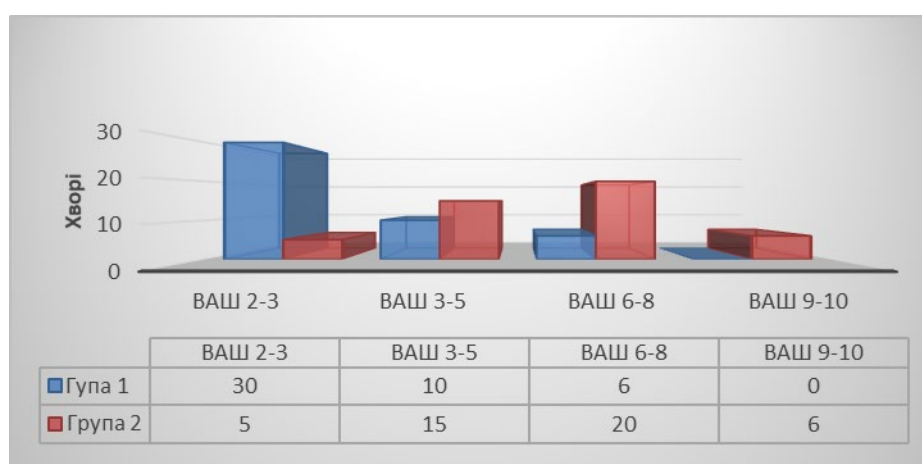
Медіана внутрішньовенної рідини під час операції згідно з анестезіологічної карти обох груп пацієнтів склала 1362 $\pm$ 550 мл ( $P=0,9$ ), де пацієнти I групи отримали на 12% рідини більше, а ніж пацієнти II групи. Втрата рідини під час передопераційного голодування розраховувалася відповідно до маси тіла пацієнта. Пацієнти отримали половину цього об'єму протягом першої години операції, а іншу половину – протягом наступних двох годин. Таким чином, внутрішньовенна рідина, введена під час операції, була



прямо пропорційна тривалості операції, як проаналізовано за допомогою ANOVA ( $P < 0,0001$ ). Усі пацієнти отримали 500 мл внутрішньовенного колоїду, а решта внутрішньовенних рідин – розчин Рінгера. Результати погодинного виділення сечі під час операції показали, що всі пацієнти мали 1 мл/кг виділення сечі після першої години операції, і не було істотної різниці між групами ( $P = 0,8$ ).

Середня крововтрата в 1-й групі склала 210 – 350 мл ( $200 \pm 25$  мл), у 2-й групі – 240 – 365 мл ( $260 \pm 35$  мл), застосовували метод зважування серветок. При однаковій тривалості операцій тривалість відновлення свідомості в досліджуваних групах становила  $8,1 \pm 2,1$  та  $21,3 \pm 5,1$  хв відповідно, тобто в 3,5 рази коротше за використання інгаляційної анестезії севофлюраном у поєднанні з епідуральною анестезією. Поряд зі зниженням потреби у фентанілі ( $0,85 \pm 0,4$  мкг/кг/год у 1 групі та  $3,42 \pm 0,65$  мкг/кг/год у 2 групі), спостерігалось зниження потреби у міорелаксантах у першій групі (витрата атракуріуму становила  $0,35 \pm 0,1$  мг/кг у 1 групі та  $0,5 \pm 0,1$  мг/кг у 2 групі), а також було знижена потреба у МАК севорану (1 група  $0,4 - 0,5 \pm 0,2$  МАК, 1 група  $0,7 - 0,8 \pm 0,1$  МАК).

У першу добу після операції 47 хворим першої групи не потрібно було введення наркотичних анагетиків. Через 3 години оцінювалась інтенсивність болі у хворих. Де жодна із хворих не визначала нестерпний біль (ВАШ 9-10 балів), а також 5 хворих відзначали скарги на біль середньої інтенсивності (6-8 балів за ВАШ), при збільшенні швидкості інфузії бупівакаїну больовий синдром зменшувався, 10 хворих – слабкий (ВАШ 3-5), та 30 хворих визначали незначну біль (ВАШ 1-3). У 2-й групі 5 хворих після операції через 3 години визнали інтенсивність болю як нестерпну (9-10 балів за ВАШ), та яким призначався морфін 1% в\м, після якого інтенсивність болю зменшувалась, а також 5 хворих відзначали скарги на біль середньої інтенсивності (6-8 балів за ВАШ), 15 хворих – слабкий (ВАШ 3-5), та 5 хворих визначали незначну біль (ВАШ 1-3).



**Рис.1 Оцінка п\о болі у хворих через 3 години після операції.**

Через 24 години після операції, була відмічена тенденція до зменшення післяопераційного болю у кожній із груп, але пацієнти першої групи відмічали більш комфортне самопочуття, та усі 100% були переведені до хірургічного



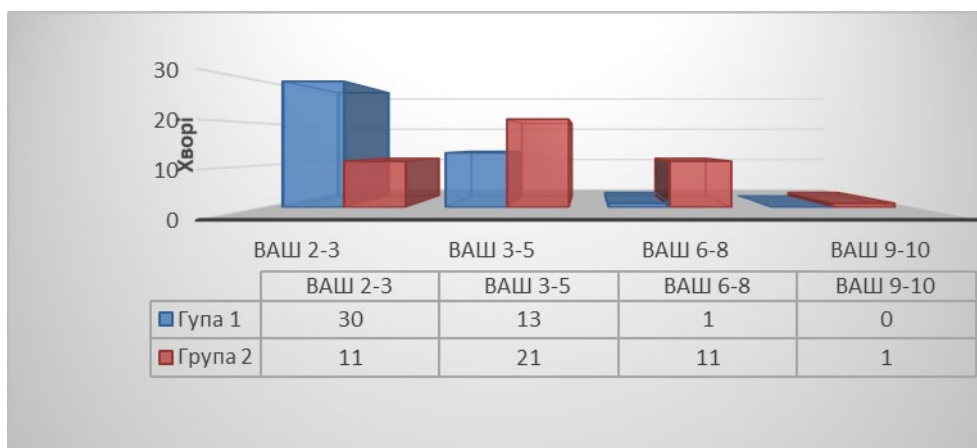
відділення для подальшого лікування.

У 1-й групі не було хворих які визначали інтенсивність болю як нестерпну (ВАШ 9-10), 1 хворий характеризував біль середньої інтенсивності (ВАШ 6-8), 13 хворих описували біль як слабку (ВАШ 3-5), та 30 хворих визначали незначну біль (ВАШ 1-3).

У 2-й групі 1 хвора після операції у першу добу визначала інтенсивність болю як нестерпну (ВАШ 9-10), 11 хворих констатували біль середньої інтенсивності (ВАШ 6-8), 21 хворих – слабкий (ВАШ 3-5), та 11 хворих визначали незначну біль (ВАШ 1-3) (рис. 2).

Під час нашого дослідження не було статистично значущих відмінностей між пацієнтами, які отримували ту чи іншу форму анестезії, з точки зору віку та супутніх захворювань. Тривалість перебування в лікарні істотно не відрізнялася між групою I ( $5,1 \pm 1,3$  днів) і групою II ( $6,2 \pm 1,2$  днів), але все ж таки пацієнти I групи відчували себе дещо краще в кінці лікування, та були спроможні майже на добу раніше виписатись додому.

Також у групі I, не використовувались опіюїдні анальгетики у післяопераційному періоді, та через 24 години після операції, була відмічена тенденція до зменшення післяопераційного болю та більш комфортне самопочуття.



**Рис.2 Оцінка п'ю болі у хворих через 24 години після операції.**

### Висновок

Дослідження яке було проведено показало нам, що порівняно з інгаляційною анестезією, мультимодальна анестезія, в основі якої застосовується епідуральна аналгезія у пацієнтів з діагнозом рак тіла матки, забезпечує кращий контроль болю та пришвидшує час активізації під час післяопераційного відновлення після гістеректомії.

Мультимодальна анестезія як метод адекватного анестезіологічного захисту хворих, який сприяє більш комфортному самопочуттю хворих у післяопераційному періоді хірургічного лікування, за рахунок зменшення відчуття болю після оперативного втручання, та сприяє зниженню потреб у використанні наркотичних анальгетиків, прискорює процес одужання після операції.





Порівнюючи два різних методи анестезіологічного забезпечення при гістеректомії з приводу рака тіла матки, та аналізуючи отримані результати дозволяє рекомендувати

#### Література:

1. Nelson G, Altman AD, Nick A, Meyer LA, Ramirez PT, Achtari C, Antrobus J, Huang J, Scott M, Wijk L, Acheson N, Ljungqvist O, Dowdy SC. Guidelines for pre- and intra-operative care in gynecologic/oncology surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations--Part I. *Gynecol Oncol.* 2016 Feb;140(2):313-22. doi: 10.1016/j.ygyno.2015.11.015. Epub 2015 Nov 18. PMID: 26603969.
2. Nelson G, Altman AD, Nick A, Meyer LA, Ramirez PT, Achtari C, Antrobus J, Huang J, Scott M, Wijk L, Acheson N, Ljungqvist O, Dowdy SC. Guidelines for postoperative care in gynecologic/oncology surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society recommendations--Part II. *Gynecol Oncol.* 2016 Feb;140(2):323-32. doi: 10.1016/j.ygyno.2015.12.019. Epub 2016 Jan 3. PMID: 26757238; PMCID: PMC6038804.
3. Nelson G, Bakkum-Gamez J, Kalogera E, Glaser G, Altman A, Meyer LA, Taylor JS, Iniesta M, Lasala J, Mena G, Scott M, Gillis C, Elias K, Wijk L, Huang J, Nygren J, Ljungqvist O, Ramirez PT, Dowdy SC. Guidelines for perioperative care in gynecologic/oncology: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society recommendations-2019 update. *Int J Gynecol Cancer.* 2019 May;29(4):651-668. doi: 10.1136/ijgc-2019-000356. Epub 2019 Mar 15. PMID: 30877144.
4. Wijk L, Udumyan R, Pache B, Altman AD, Williams LL, Elias KM, McGee J, Wells T, Gramlich L, Holcomb K, Achtari C, Ljungqvist O, Dowdy SC, Nelson G. International validation of Enhanced Recovery After Surgery Society guidelines on enhanced recovery for gynecologic surgery. *Am J Obstet Gynecol.* 2019 Sep;221(3):237.e1-237.e11. doi: 10.1016/j.ajog.2019.04.028. Epub 2019 Apr 30. PMID: 31051119.
5. Gómez-Hidalgo NR, Pletnev A, Razumova Z, Bizzarri N, Selcuk I, Theofanakis C, Zalewski K, Nikolova T, Lanner M, Kacperczyk-Bartnik J, El Hajj H, Perez-Benavente A, Nelson G, Gil-Moreno A, Fotopoulou C, Sanchez-Iglesias JL. European Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) gynecologic oncology survey: Status of ERAS protocol implementation across Europe. *Int J Gynaecol Obstet.* 2023 Jan;160(1):306-312. doi: 10.1002/ijgo.14386. Epub 2022 Aug 20. PMID: 35929452.
6. Burden S, Billson HA, Lal S, Owen KA, Muneer A. Perioperative nutrition for the treatment of bladder cancer by radical cystectomy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019 May 20;5(5):CD010127. doi: 10.1002/14651858.CD010127.pub2. PMID: 31107970; PMCID: PMC6527181.
7. Porta-Roda O, Cornet-Cortada A, Font-Vilamitjana A, Huguet-Galofré E, Lleberia-Juanós J, Solà-Arnau I. Vaginal packing after vaginal hysterectomy: systematic review and recommendations. *Int Urogynecol J.* 2023 Apr;34(4):789-796. doi: 10.1007/s00192-022-05331-1. Epub 2022 Aug 26. PMID: 36018354.
8. Falk W, Magnuson A, Eintrei C, Henningsson R, Myrelid P, Matthiessen P, Gupta A. Comparison between epidural and intravenous analgesia effects on disease-



free survival after colorectal cancer surgery: a randomised multicentre controlled trial. *Br J Anaesth.* 2021 Jul;127(1):65-74. doi: 10.1016/j.bja.2021.04.002. Epub 2021 May 7. PMID: 33966891; PMCID: PMC8258969.

9. Van den Beuken-van Everdingen M. H. J., van Kuijk S. M. J., Janssen D. J. A., Joosten E. A. J. *Treatment of Pain in Cancer: Towards Personalised Medicine.* Cancers (Basel). 2018

10. Simpson JC, Bao X, Agarwala A. Pain Management in Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) Protocols. *Clin Colon Rectal Surg.* 2019 Mar;32(2):121-128. doi: 10.1055/s-0038-1676477. Epub 2019 Feb 28. PMID: 30833861; PMCID: PMC6395101.

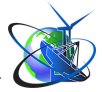
11. Chou R, Gordon DB, de Leon-Casasola OA, Rosenberg JM, Bickler S, Brennan T, Carter T, Cassidy CL, Chittenden EH, Degenhardt E, Griffith S, Manworren R, McCarberg B, Montgomery R, Murphy J, Perkal MF, Suresh S, Sluka K, Strassels S, Thirlby R, Viscusi E, Walco GA, Warner L, Weisman SJ, Wu CL. Management of Postoperative Pain: A Clinical Practice Guideline From the American Pain Society, the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, and the American Society of Anesthesiologists' Committee on Regional Anesthesia, Executive Committee, and Administrative Council. *J Pain.* 2016 Feb;17(2):131-57. doi: 10.1016/j.jpain.2015.12.008. Erratum in: *J Pain.* 2016 Apr;17(4):508-10. doi: 10.1016/j.jpain.2016.02.002. Dosage error in article text. PMID: 26827847.

12. Oodit R, Biccadd BM, Panieri E, Alvarez AO, Sioson MRS, Maswime S, Thomas V, Kluyts HL, Peden CJ, de Boer HD, Brindle M, Francis NK, Nelson G, Gustafsson UO, Ljungqvist O. Guidelines for Perioperative Care in Elective Abdominal and Pelvic Surgery at Primary and Secondary Hospitals in Low-Middle-Income Countries (LMIC's): Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society Recommendation. *World J Surg.* 2022 Aug;46(8):1826-1843. doi: 10.1007/s00268-022-06587-w.

13. Amaral FCF, Baptista-Silva JCC, Nakano LCU, Flumignan RLG. Pharmacological interventions for preventing venous thromboembolism in people undergoing bariatric surgery. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2022, Issue 11. Art. No.: CD013683. DOI: 10.1002/14651858.CD013683.pub2. Accessed 27 November 2024.

**Abstract.** *The article is devoted to the search for the most effective method of analgesia in patients with cancer of the body of the uterus, to optimize the use of multimodal tactics of anesthetic provision, which would help improve postoperative recovery and reduce the number of complications.*

*Having assessed the experience we gained in providing anesthetic provision, we compared the effectiveness of the multimodal approach, which is a component of the ERAS strategy, using inhalation anesthesia and epidural analgesia, before general inhalation anesthesia without regional methods of anesthesia. We also assessed the impact of multimodal tactics on the control of postoperative pain and the speed of recovery in patients who underwent hysterectomy due to cancer of the body of the uterus. We studied 87 female patients with a diagnosis of Cr corporis uteri. Group I (n=44) used a multimodal approach and used inhalation anesthesia and epidural analgesia, and group II (n=43) received inhalation anesthesia without the use of regional anesthesia methods. Pain assessment was performed for all patients daily during rest and activity in*



*the postoperative days until discharge from the ward using a numerical rating scale of pain, the amount of opioid analgesia and the time of stay in the clinic were also assessed. According to the records of the prescription letters in the postoperative period, opioid consumption 24 hours after surgery was significantly lower in the standardized mean difference of group I, which received continuous epidural infusion of 0.25% bupivacaine at a rate of 5.2 +/- 2.4 ml per hour. Some differences were noted in the length of hospital stay, perioperative blood pressure variability, and the incidence of perioperative hemodynamic complications. Multimodal anesthesia and postoperative epidural analgesia provide better postoperative pain control compared with general anesthesia and systemic analgesia, with similar effects on hemodynamic status. This method offers adequate anesthetic protection and comfortable conditions for the patient during treatment, by reducing postoperative pain, reducing the need for narcotic analgesics, and accelerating the recovery process.*

**Keywords:** multimodal anesthesia, epidural analgesia, uterine cancer.



## MODERN CANCER PREVENTION STRATEGY IN THE CITY OF ODESA: NEW CONCEPTION AND PERSONIFICATED APPROACH

Rybin A.I.,

Kuznetsova O.V.

Odesa National Medical University

**Summary.** *The authors analyse the state of cancer care in Ukraine and its future trends, taking into account the impact of the war. The paper highlights and analyses the current aspects of the problem of early diagnosis of cancer against the background of reforming medicine in general and the oncological service in particular. The main problems of the oncological service in the region and the state of the organisation of diagnosis of malignant pathology by family doctors are shown. The experience of solving the main problems of the lack of high-quality oncological diagnostics, oncological prevention and interaction between primary and other levels of oncological care at the level of Odesa is presented, and a modern approach to improving the state of the oncological service in the region is proposed. The main vectors of development of the oncological service in the framework of healthcare reform in Ukraine are described.*

**Key words:** *oncological service; oncological diagnostics; oncological prevention; family doctor; oncological awareness; vaccine prevention.*

Today, especially during the full-scale invasion of our country by the enemy, the preservation and promotion of the health of Ukrainian citizens is one of the most important and urgent conditions for the country's progressive socio-economic development. The high level of morbidity, disability and mortality, difficulties in diagnosis, the need for mass screening activities, and complex and expensive treatment make malignant tumours one of the most socially significant problems in modern society.

Despite the development of strategic programmes to improve the effectiveness of cancer care, increased funding for the healthcare system in general and oncology in particular, mortality (as well as morbidity) has increased significantly, especially over the past two years of the war, taking into account stress as one of the main triggers of the oncological process. A modern oncology development strategy should be an integral part of a comprehensive national healthcare strategy. It should be noted that strategic planning and implementation of the cancer control programme should be based on monitoring, evaluation and review of the development process and its effectiveness as a basis for obtaining information, results and, of course, reporting. Since independence, Ukraine has implemented three state targeted programmes aimed at combating cancer in children and adults: the State Programme Oncology for 2002-2006, the State Programme Paediatric Oncology for 2006-2010, and the National Programme for the Control of Cancer for the period up to 2016. In addition, in 2008, the National Cancer Institute developed the programme '50 Steps to Fight Cancer in Ukraine'. However, all of these measures, or rather the funds allocated for the implementation of these programmes, concerned only the procurement of medicines, expensive equipment and consumables. A significant number of tasks related to the primary and secondary prevention of malignant tumours, screening, early diagnosis, development of scientific research, social, labour and psychological rehabilitation, and control of the cancer epidemiological situation were left behind.





As a result, despite the rather large amounts of funding, the indicators characterising the effectiveness of the cancer fight have remained unsatisfactory for more than 30 years.

The incidence of cancer in Ukraine in 2022 was even higher compared to 2021, with Ukraine ranking among the top ten countries in the world by this indicator (388.2 cases per 100,000 people; in 2019 alone, 138,509 men and women contracted cancer). The highest incidence is in Kyiv, Kirovohrad, Sumy, Kherson and Zaporizhzhia regions (446.2-433.4). In 2020, every fifth case of malignancy in Ukraine was detected at an advanced stage. The mortality rate is 171.8 cases per 100 thousand people, which is 61,289 deaths in just one year [3].

Insufficient public awareness of the risks of developing cancer, low participation in screening programmes; insufficient vigilance of primary care physicians and the lack of effective retraining programmes; imperfect psychological, social and legal components of a healthy lifestyle require intensified educational and preventive measures.

Today, cancer is one of the most pressing and unresolved medical problems of humanity. People from all continents and countries, rich and poor, men and women, develop malignant tumours. Unfortunately, the prospects are still bleak. If the incidence rate continues to grow, by 2030, according to WHO forecasts, the number of people who will be newly diagnosed with cancer will reach 27 million, 17 million people will die of cancer, and 75 million people will be carriers of this pathology.

In 2017, WHO Director-General M. Chan expressed the opinion that neither money, nor equipment, nor the best intentions can ensure sufficient progress in healthcare if there are no systems capable of providing timely and adequate medical care to those who need it most. These words fully apply to oncology. Unfortunately, today in Ukraine there is no scientifically based state document created by the programme-target method that would define the national policy and strategy in this area and reflect national needs and priorities. In essence, this programme should contain a realistic assessment of available resources and define a vision of the future of our medicine in general and oncology in particular.

This state of the problem leads to the fact that the effectiveness of medical care for patients with malignant tumours leaves much to be desired. Ultimately, this affects the life expectancy of the country's population and is a consequence of economic development, scientific progress in medicine, an increase in the educational level and general culture, the elimination of class and other a priori, non-economic inequalities, and effective and successful public policy. However, today it is necessary to clearly define the ways and methods of development of the healthcare system of Ukraine, not just medical care. Without this, it is impossible to achieve the goal of increasing the life expectancy and quality of life of the Ukrainian people and enhancing human potential.

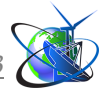
It has long been known that cancer morbidity and mortality depend on geography and vary significantly from continent to continent and country to country. This is primarily due to the availability of anti-cancer treatment methods. 90% of cancer deaths occur in developing countries [2]. Depending on the level of economic development, experts from the World Health Organization (WHO) distinguish



between countries with low, medium and high levels of healthcare resources. Naturally, cancer priorities in these countries are different. In Ukraine, resources are limited in quantity, quality and accessibility, there are problems with their distribution, problems with the organisation of cancer care and problems with the correct choice of directions for the development of the oncology service [8]. It is important to understand that the cost of cancer treatment is constantly growing and is likely to continue to rise. For example, the cost of treating one cancer patient per month with modern drugs already reaches USD 10,000. The total cost of treatment in complex cases can exceed hundreds of thousands. According to WHO experts, the more limited the available healthcare resources, the more emphasis should be placed on early diagnosis, outpatient treatment and short-term therapy. The development of high-tech cancer treatments in such countries should go hand in hand with government incentive programmes for prevention and early preclinical diagnosis. This is called cancer screening [1, 9].

According to the updated data of the National Cancer Registry of Ukraine, in 2022, 135,714 new cases of malignant neoplasms were registered in Ukraine; the overall crude cancer incidence rate was 375.6 per 100,000 people, including 386.2 in men and 366.3 in women [4, 5]. Compared to 2015, the overall incidence of malignant neoplasms did not change significantly and reached 345.2 per 100 thousand people according to the standardised indicator (Ukrainian population standard). In 2016, the highest incidence rates in the male population according to the standardised indicator were observed in Zaporizhzhia, Kirovohrad, Mykolaiv and Kherson regions (463.3-492.8 per 100 thousand men). In the female population, the highest incidence rates were recorded in Zaporizhzhia, Kyiv, Kirovohrad, Sumy regions and the city of Kyiv (325.9-364.5 per 100 thousand women) [3, 4]. There is no doubt that the absence of Odesa Oblast among the leaders in the incidence of malignant tumours is not a success of the cancer service at present, but the result of the work of the cancer service in previous years (2005-2015). However, over the past three years, there have been some rather alarming signals that could lead to a sharp increase in cancer incidence in the future. Mortality from cancer in the Odesa region ranks 2nd in the structure of population mortality. About 7-8 thousand new cases of cancer are registered annually in Odesa region, and about 4 thousand patients die. Among the newly diagnosed patients, 31.7% are people of working age, i.e. socially active and able-bodied people who receive a disability group and cease to contribute to the state's GDP [5]. The incidence rate in the region in 2016 was 293.8 (2014 - 367.0; 2015 - 350.0) per 100 thousand people and in Ukraine in 2015 - 314.0 per 100 thousand. Against the background of a decrease in the incidence of malignant neoplasms in the region, the proportion of patients with cancer in stages III-IV has been steadily increasing over the past five years (from 12.5% in 2012 to 50.1% in 2016 and 53.0% in 2017), which indicates both late treatment of patients for medical care and a decrease in oncological alertness among doctors in the region due to the lack of on-site consultations in the districts by specialists of the oncological dispensary [4-6].

Over the past 3 years (since 2020), a number of indicators characterising the state of diagnosis of malignant tumours in the region have deteriorated. In cervical



cancer, 29 patients, or 10.7% (2020: 10.3%), died before 1 year, including 11 patients from Odesa. About 20% of patients die within the first year after cancer diagnosis.

In the structure of morbidity, the following are ranked: 1st place - skin cancer (13.6%); 2nd place - breast cancer (11.5%); 3rd place - lung cancer (9.3%); 4th place - colon cancer (7.7%); 5th place - rectal cancer (5.6%). The frequency of detection of cancer during preventive examinations of the population has been increasing every year, over the past years it has increased from 24.9% (2008) to 32.7% (2014), but since 2015 it has sharply decreased and amounted to 21.1%, and in 2016 - 9.9% and significantly lower than the figure for Ukraine in 2014 - 29.8%, which indicates poor quality of preventive examinations [6].

The reasons for the deterioration in the quality of cancer care include

- Lack of control over the implementation of organisational and methodological support in level I and II institutions;
- insufficient accessibility of the route for patients with suspected or diagnosed malignancy;
- Lack of interconnection between primary, secondary and tertiary (oncological dispensary) levels of medical care for patients with suspected or diagnosed malignancy;
- lack of clear interaction between district and city oncologists and specialists of the regional oncological dispensary;
- lack of control over the route of a patient with a suspected or diagnosed malignancy;
- Lack of regular monitoring, evaluation, analysis of indicators aimed at preventing early diagnosis, treatment, rehabilitation and reducing disability.

In Ukraine, resources are limited in quantity, quality and accessibility, there are problems with their distribution, problems with the organisation of cancer care and problems with the correct choice of directions for the development of the oncology service [8].

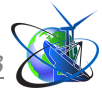
It is important to understand that the cost of cancer treatment is constantly growing and is likely to continue to rise.

For example, the cost of treating one cancer patient per month with modern drugs already reaches USD 10,000.

The total cost of treatment in complex cases can exceed hundreds of thousands.

According to WHO experts, the more limited the available healthcare resources, the more emphasis should be placed on early diagnosis, outpatient treatment and short-term therapy.

The development of high-tech cancer treatments in such countries should go hand in hand with government incentive programmes for prevention and early preclinical diagnosis. This is called cancer screening [1, 9]. According to the updated data of the National Cancer Registry of Ukraine, in 2022, 135,714 new cases of malignant neoplasms were registered in Ukraine; the overall crude cancer incidence rate was 375.6 per 100,000 people, including 386.2 in men and 366.3 in women [4, 5]. Compared to 2015, the overall incidence of malignant neoplasms did not change significantly and reached 345.2 per 100 thousand people according to the standardised indicator (Ukrainian population standard). In 2016, the highest incidence



rates in the male population according to the standardised indicator were observed in Zaporizhzhia, Kirovohrad, Mykolaiv and Kherson regions (463.3-492.8 per 100 thousand men).

In the female population, the highest incidence rates were recorded in Zaporizhzhia, Kyiv, Kirovohrad, Sumy regions and the city of Kyiv (325.9-364.5 per 100 thousand women) [3, 4]. There is no doubt that the absence of Odesa Oblast among the leaders in the incidence of malignant tumours is not a success of the cancer service at present, but the result of the work of the cancer service in previous years (2005-2015).

However, over the past three years, there have been some rather alarming signals that could lead to a sharp increase in cancer incidence in the future.

Mortality from cancer in the Odesa region ranks 2nd in the structure of population mortality.

About 7-8 thousand new cases of cancer are registered annually in Odesa region, and about 4 thousand patients die. Among the newly diagnosed patients, 31.7% are people of working age, i.e. socially active and able-bodied people who receive a disability group and cease to contribute to the state's GDP [5].

The incidence rate in the region in 2016 was 293.8 (2014 - 367.0; 2015 - 350.0) per 100 thousand people and in Ukraine in 2015 - 314.0 per 100 thousand. Against the background of a decrease in the incidence of malignant neoplasms in the region, the proportion of patients with cancer in stages III-IV has been steadily increasing over the past five years (from 12.5% in 2012 to 50.1% in 2016 and 53.0% in 2017), which indicates both late treatment of patients for medical care and a decrease in oncological alertness among doctors in the region due to the lack of on-site consultations in the districts by specialists of the oncological dispensary [4-6]. Over the past 3 years (since 2020), a number of indicators characterising the state of diagnosis of malignant tumours in the region have deteriorated.

After all, the situation with cancer morbidity is not improving... Critical times require tough anti-crisis solutions!

In 2023, the city of Odesa, under the auspices of the Department of Health, for the first time started vaccinating children against HPV using city budget funds as part of the municipal programme 'Health'. This vaccination is recommended, but not included in the National Vaccination Schedule in Ukraine, so the HPV vaccine, which is expensive, is not purchased from the state budget. Currently, only two cities in Ukraine vaccinate children against HPV free of charge - Odesa and Kyiv. In Odesa, the quadrivalent Gardasil vaccine was purchased for vaccination, which provides effective protection against the four most common types of HPV that most often cause cervical cancer in women, as well as other diseases of the reproductive system in women and men. More than 1600 children have already received HPV vaccinations at the expense of the Odesa city budget. It is planned to continue the programme of free HPV vaccination.

In addition, in 2024, the city of Odesa plans to establish a centre for oncological diagnostics and prevention, whose main tasks will be to improve the route for patients with suspected or diagnosed cancer, improve interaction between family doctors and secondary and tertiary care physicians, eliminate monopoly influence on





the formation of patient flows, objectively verify the diagnosis, more efficiently use available resources and fully work on primary and secondary prevention of cancer in the region.

Thus, given the above, it should be recognised that the fight against cancer at the national level does not begin in operating theatres or chemotherapy wards, but rather in the offices of those who make decisions on planning, financing and development of the entire healthcare system in our country.

Based on the above, the following **conclusions** can be drawn.

1. In order to effectively implement measures for early diagnosis and prevention of malignant tumours, as well as to improve the performance of oncological services in the context of healthcare reform, coordination of actions between various practical healthcare services, primarily oncological and primary care (family doctors), is necessary.

2. In order to solve the problems of secondary prevention of malignant tumours, it is necessary to clearly organise early detection of diseases by the medical staff of the primary health care centres with the introduction of common standards of diagnostic and dispensary work on malignant tumours.

3. Monitoring the health status of the population should become an important task of healthcare authorities. In order to consolidate efforts, it is necessary to ensure monitoring of the health status of the population on the basis of the department of oncological diagnostics and oncological prevention, which should become a coordinating centre for preventive measures.

4. The identified indicators of the prevalence and structure of malignant neoplasms in Odesa Oblast should be taken into account by the heads of health care facilities and health care authorities when planning and organising cancer care.

5. Further development of the targeted oncology programme is needed to implement the following tasks: strengthening the role of primary health care, intensifying the work of family doctors in oncological diagnostics and increasing the cancer awareness of primary health care doctors; development of inter-territorial specialised oncological centres, reconstruction and construction of radiology departments of oncological institutions in the region; advanced training of medical workers of the oncological service; development of early diagnostic methods, new approaches to the treatment of malignant tumours.

## References

1. Bondar O.V., Rybin A.I., Busel S.V. Experience of improving specialised oncological care in the Odesa region: a new platform in oncological services / XIV Congress of Oncologists and Radiologists of Ukraine, 30 September - 2 October, Kyiv. 2021.

2. Bondar O.V., Rybin A.I., Muzyka V.V. Cervical cancer screening programme with HPV testing / Bulletin of Marine Medicine. - 2022. - №1 (94). - C. 58-64. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.6414037>.

3. Dumansky Y.V., Chekhun V.F. Oncology in Ukraine: the state of the problem and ways of development / Oncology. - 2022. - Vol. 24, No. 3. C. 1-6. DOI: [10.32471/oncology.2663-7928.t-24-3-2022-g.10652](https://doi.org/10.32471/oncology.2663-7928.t-24-3-2022-g.10652).



4. Cancer incidence on five continents. Electronic resource: <http://ci5.iarc.fr/CI5I-X/Default.aspx>.

5. Cancer in Ukraine, 2021-2022. Incidence, mortality, performance indicators of the oncological service. Bulletin. National Cancer Registry of Ukraine, 24 / Edited by. Fedorenko Z.P.: 145 p.

6. Rybin A.I. Modern aspects of quality management of specialised oncological care: a new platform in oncological service / Clinical Oncology. - 2018. - Vol. 8, No. 4 (32). - P. 251-253.

7. Stepula V.V., Lukianchuk O.V., Rybin A.I. Cervical cancer in Ukraine: problems and solutions / Odesa Medical Journal. - 2006. - No. 3(95). - P. 83-86.

8. Stepula V.V., Lukyanchuk O.V., Rybin A.I. Prevention of ovarian-menstrual cycle disorders in patients of reproductive age after fractional curettage of the uterus / Oncology. - 2006. - Vol. 8, No. 3. - P. 264-266.

9. Mouli S., Baker J.C., Brown D.B. (2017) Interventional Oncology Service Development. Semin. Intervent. Radiol. 34(2): 182-186

10. Assessing national capacity for the prevention and control of noncommunicable diseases: report of the 2019 global survey. Geneva: World Health Organization; 2020.

11. Centers for Disease Control and Prevention (2020) Cancers associated with human papillomavirus, United States, 2012-2016. August, Accessed September 23, 2019.

12. Gardasil. European Medicines Agency Web site. [www.ema.europa.eu/en/medicines/human/EPAR/gardasil](http://www.ema.europa.eu/en/medicines/human/EPAR/gardasil). Accessed March 2, 2021.

13. Atun R., Knaul F.M. (2012) Innovative financing: local and global opportunities. In: Closing the Cancer Divide: An Equity Imperative. F.M. Knaul, J. Gralow, R. Atun, A. Bhadelia (ed.). Boston: Harvard Global Equity Initiative: 353 p.

14. Barnett C., Hort K. (2013) Approaches to regulating the quality of hospital services in low- and middleincome countries with mixed health systems: A review of Their Effectiveness, Context of Operation and Feasibility. Working Paper Series 32, The Nossal Institute for Global Health, University of Melbourne, Australia.

15. Ferlay J., Ervik M., Lam F., Colombet M., Mery L., Pineros M. et al. Global Cancer Observatory: Cancer Today. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2020 (<https://gco.iarc.fr/today>, 2021).

16. Mouli S., Baker J.C., Brown D.B. (2017) Interventional Oncology Service Development. Semin. Intervent. Radiol., 34(2): 182–186.

17. World Health Organization Comprehensive Cervical Cancer Control: A Guide to Essential Practice. 2nd ed Geneva, Switzerland: 2018; WHO Press.

**Резюме.** Авторами проведений аналіз стану онкологічного сервісу в Україні та його майбутніх тенденцій з урахуванням та впливом війни. В роботі висвітлено та проаналізовано сучасні аспекти проблеми ранньої діагностики онкологічних захворювань на тлі реформування медицини в цілому та онкологічної служби зокрема. Показано основні проблеми онкологічного сервісу регіону та стан організації діагностики злоякісної патології сімейними лікарями. Наведено досвід вирішення на рівні міста Одеса основних проблем відсутності якісної онкодіагностики, онкопrevenції та взаємодії між первинною та іншими ланками надання онкологічної допомоги, а також запропонований сучасний підхід до



покращення стану онкологічної служби регіону. Описано основні вектори розвитку онкологічної служби в рамках реформування медицини в Україні.

**Ключові слова:** онкологічна служба; онкодіагностика; онкопrevenція; сімейний лікар; онконастороженість; вакцинопрофілактика.



UDC 616. 314-76-77

**BIOMECHANICAL APPROACHES TO LONG-TERM SPLINTING OF MOBILE TEETH IN PERIODONTITIS****Belikov O.B.***d.m.s., prof.*

ORCID: 0000-0001-8828-6311

**Belikova N.I.***c.m.s., as.prof.*

ORCID: 0000-0003-2304-2089

**Sorokhan M.M***phd., as.*

ORCID: 0000-0002-7331-6298

Chernivtsi, Bukovinian State Medical University, Teatralna Square, 2, 58002

**Abstract.** The article presents a biomechanical approach to splinting that allows to maintain tooth mobility at the physiological level, evenly distribute and dampen the load, involve the periodontal muscle reflex in its regulation, which guarantees the preservation of structural integrity during chewing and treatment.

The aim of the study was to biomechanically substantiate the splinting of mobile teeth in periodontitis, taking into account the height and inclination of the crowns of the teeth, the degree of their mobility and the type of bite.

**Material and Methods.** For biomechanical calculations, we considered a model with intact periodontal tissues and typical cases where the crown height is  $h \geq 6$  mm. The value of this parameter is a necessary component for obtaining reliable data.

**Results and discussion.** The results of the study showed that in the normal case, the design scheme of the incisor is a rigidly clamped cantilever structure capable of absorbing vertical and horizontal loads arising from biting down on food. As the calculated height of the tooth  $h$ , a size is taken that is the sum of the height of the crown part of the tooth and one third of the length of its root.

**Conclusions.** A mathematical model has been developed and a method of splinting anterior teeth with pathological mobility with the placement of a reinforcing splint element based on an inorganic matrix on the vestibular surface of the tooth has been substantiated, taking into account biomechanical feasibility, degree of tooth mobility, resorption of interdental septa and the height of clinical crowns.

**Key words:** periodontitis, tooth mobility, long-term splinting, mathematical model, horizontal and vertical forces of force vectors.

**Introduction.**

The most common method of strengthening mobile teeth in periodontitis is splinting them using various types of reinforcement and placement in relation to the splinted teeth [1,2,3,4].

When developing treatment plans with a predictable prognosis for both temporary and permanent splinting, it is necessary to take into account the proportions of the teeth, the ratio of weight and length of the elements that make up the splint, gingival zenith, and periodontal aesthetics [4, 5, 6]. In order to restore the biomechanics of chewing, aesthetics, and durability of the remaining teeth and their periodontium, biofunctionality and harmony between the temporary splint and periodontal tissues are important. In this respect, its design, occlusion and biomaterials are of great importance and should be taken into account when planning





[6, 7, 8]. Noticeable tooth lengthening (which increases the degree of trauma to periodontal tissues) causes certain difficulties in the selection and planning of a type of temporary splinting system and the choice of materials to reduce the functional overload of abutment teeth.

At the same time, with any splinting method, it is of particular importance to determine the optimal (most rational from the point of view of biomechanics) placement for the retention furrow and reinforcement, depending on the height of the tooth crown [4, 8, 9]. The maximum occlusal loads (external force) that occur during chewing depend on the individual physical capabilities of the muscles and the pain threshold [10]. Thus, tooth stability can be increased by reducing the force arm ( $l$ ), for example, by shortening the tooth, or by increasing the periodontal resistance ( $R_X$ ) by splinting adjacent teeth. In order to direct the force to the lower anterior teeth axially, the cutting surface of these teeth should be inclined by approximately<sup>200</sup> vestibularly. Such modeling of the occlusal surface will minimize the moment of force that overturns the tooth, directing the axial masticatory load [8].

The above indicates the relevance of the biomechanical approach to splinting, which allows to maintain tooth mobility at the physiological level, evenly distribute and dampen the load, involve the periodontal muscle reflex in its regulation, which guarantees the preservation of structural integrity during chewing and treatment, while maintaining high functional and aesthetic qualities of the splint.

**The aim** of the study is to biomechanically substantiate the splinting of mobile teeth in periodontitis, taking into account the height and inclination of the crowns of the teeth, the degree of their mobility and the type of bite.

#### **Material and methods.**

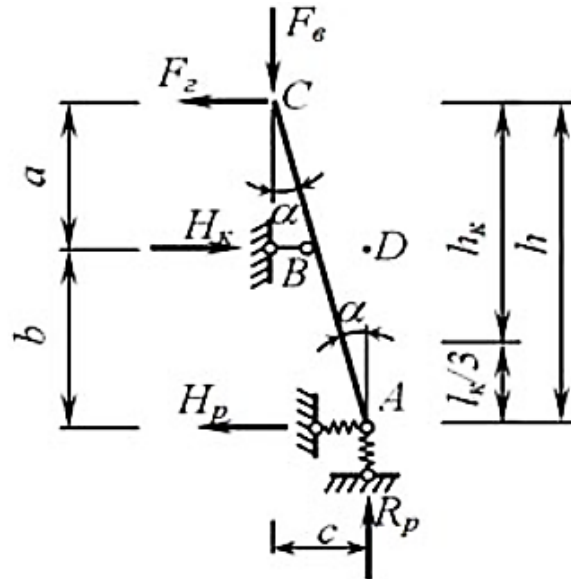
For biomechanical calculations, we considered a model with intact periodontal tissues and typical cases where the crown height is  $h \geq 6$  mm. The value of this parameter is a necessary component for obtaining reliable data. For the study model, a rod subjected to axial compression was assumed for vertical loads, and a cantilever beam firmly fixed in the sagittal plane was assumed for horizontal loads.

The following main geometric parameters of the abutment teeth were determined from radiographic data: root length, difference between the extraalveolar and interalveolar parts of the tooth. The internal forces of the structure were determined by assessing the effects of the total vertical and horizontal external load components. Based on the determination of the functional stresses of the periodontal tissues of the abutment teeth and their correlation with the minimum and maximum permissible parameters, an algorithm was developed for selecting the location of the splinting structure on the teeth. It was applied taking into account the rational distribution of the chewing load in the biomechanical system “splint - abutment teeth - periodontium”.

**Results and discussion.** The results of the study revealed that, in the normal case, the design scheme of the incisor is a rigidly clamped cantilever structure capable of absorbing vertical and horizontal loads arising during biting off food. The calculated height of the tooth  $h$  is the size that is the sum of the height of the crown part of the tooth and one third of the length of its root. It should be borne in mind that the teeth in the sockets are in an elastically fixed state and have some mobility [8, 11,



12]. Despite the direction of the force, the dependence of tooth displacement on load is complex. In case of pathological mobility of the I and II degree incisors, the rigidly clamped support becomes a spring-jointed one, and the design scheme becomes a geometrically variable system, when the load is applied to which the latter can be considered as a mechanism. To take the external load of such a scheme, an additional connection is needed, which is the tire fixed to the canines (Figure 1).



**Figure 1 - Design scheme of a moving cutter,**

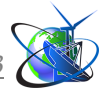
where:  $F_v$  - vertical component of the external load;  $F_h$  - horizontal component of the external load;  $\alpha$  is the angle of inclination of the incisors in the frontal area;  $h$  is the calculated height of the tooth;  $h_k$  is the vertical projection of the crown part of the tooth;  $l_k$  is the vertical projection of the root of the tooth;  $H_k$  is the horizontal reactive force perceived by the tire reinforcement;  $H_p$  is the horizontal reactive force in the incisor,  $R_p$  is the vertical reactive force in the incisor.

The main criterion for the optimal placement of the retention sulcus in the height of the crown part of the tooth is the force at the root of the incisor and the horizontal force created directly by the splint on the canines under the influence of vertical and horizontal loads on the incisors. The angle of inclination for the central incisors in the anterior region was determined using parallelometry. For this purpose, the resulting F.G. Spee curve was determined on the models for each side. A force  $F$  acts perpendicularly to the plane formed by these resultant curves.

Thus, if we divide the depth of the vestibular surfaces of the mandibular central incisors to the force vector  $F$  by the length of the crown of the central incisor, we obtain  $\sin \alpha$ , and the ratio of the depth of the vestibular surfaces to the vertical projection of the height of the crown of the central incisor  $h_k$  is  $tg$ .

The value of the angle of inclination of the central incisors  $\alpha$  in the anterior region can be defined as follows:

$$\alpha = \arcsin \frac{P_B}{h_k^l}, \text{ or } \alpha = \arctg \frac{P_B}{h_k}$$



In order to determine the numerical values of the forces transmitted by the tire to the canines and the forces arising in the root of the incisor from the action of the vertical load, the equilibrium equations were used: (1), (2), (3)

$$\sum M_A = 0 \quad F_g \cdot h + F_v \cdot c - H_\kappa \cdot b = 0 \quad (1)$$

$$H_\kappa = \frac{F_g \cdot h + F_v \cdot c}{b} = \frac{F_g \cdot h + F_v \cdot h \cdot \operatorname{tg} \alpha}{b} \quad (2)$$

$$\sum Y = 0 \quad R_p - F_v = 0 \quad \Rightarrow \quad R_p = F_v$$

$$\sum M_D = 0 \quad F_g \cdot a + F_v \cdot c - H_p \cdot b = 0$$

$$H_p = \frac{F_g \cdot a + F_v \cdot c}{b} = \frac{F_g \cdot a + F_v \cdot h \cdot \operatorname{tg} \alpha}{b} \quad (3)$$

From the obtained dependencies (1), (2) and (3), it can be concluded that the values of the reactive forces that occur in the incisors and the forces transmitted to the canines depend on the anatomical dimensions of the crown part of the incisors, their inclination and the position of the splint reinforcement in relation to the tooth height.

Thus, the higher the splint is placed (increasing the size of  $b$  in Figure 1), the smaller the horizontal force  $H_p$  that occurs in the incisor and the force  $H_\kappa$  transmitted through the splint reinforcement to the canine (since  $b$  in expressions 1 and 2 is in the denominator).

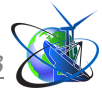
The values of the horizontal force in the tire and the horizontal reactive force in the incisor depend not only on the value of the horizontal component of the load, but also on the vertical component. In addition, the vertical component of the reactive force in the incisor, according to (2), regardless of the position of the tire, is always equal to the value of the vertical load.

Therefore, according to expressions (1), (2) and (3), the most rational tire position corresponds to the closest possible approach to the cutting edge of the cutters. The location of the retention furrow at a distance of 2-3 mm from the upper cut of the cutter is determined by the tire manufacturing technology and the attempt to change the shape of the inner surface near the cutting edge of the cutters as little as possible.

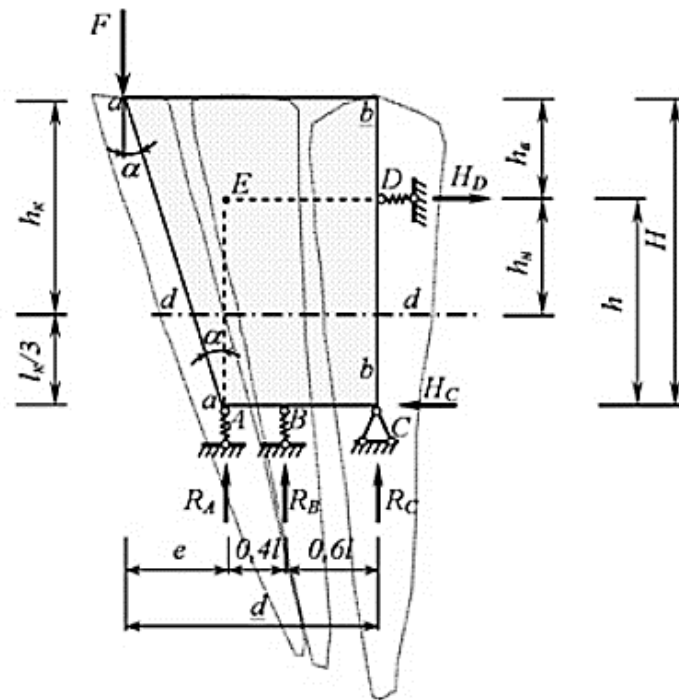
From the point of view of the transfer of horizontal loads from the incisors through the splint to the canines, the position of the retention furrow in the area of attachment of the reinforcement to the canine should be as low as possible (closer to the lower edge of the crown part of the tooth) to reduce the value of the overturning moment in the canines caused by the horizontal loads transmitted by the splint.

Therefore, the most optimal option for splinting the incisors, from the point of view of biomechanics, is the location of the retention furrow and, accordingly, the working reinforcement in the upper part of the first incisors, followed by a gradual lowering of the reinforcement and retention furrow to the lower edge of the crown part of the canines. It is this arrangement of the reinforcement that should be considered appropriate.

It should be noted that the maximum possible upper position of the



reinforcement in a progenitor bite is determined by the occlusal position of the cutting edge of the maxillary incisors. The symmetry of the splinting of the dentition and the applied load allows us to move from the volumetric design scheme to its flat projection, projecting all the applied forces that arise on the sagittal plane (Figure 2).

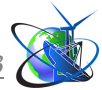


**Figure 2 - Design scheme of dental splinting,**

where  $h_k$  is the height of the crown part of the canine;  $l_k$  is the length of the canine root;  $F$  is the vertical load that occurs during biting on the central incisor,  $a-a$  is the inclined axis of the central incisor;  $\alpha$  is the angle of inclination of the central incisors in the anterior region relative to the load;  $b-b$  - axis of the canine,  $e$  - eccentricity of the applied force  $F$  relative to the central incisors;  $d-d$  - level of the lower edge of the crown part of the canine;  $l$  - distance between the centers of resistance of the lower canine and the lower central incisor;  $R_A$  - vertical reactive force of the central incisor;  $R_B$  - vertical reactive force of the lateral incisor;  $R_C$  - vertical reactive force of the canine;  $H_D$  - horizontal force transmitted by the tire reinforcement to the canine;  $H_C$  - horizontal reactive force arising at the root of the canine,  $e$  - point of intersection of the lines of action of  $H_D$  and  $R_A$  forces;  $hb$  is the distance from the cutting edge of the crown part of the teeth to the axis of the retention furrow;  $hn$  is the distance from the lower edge of the crown part of the teeth to the axis of the retention furrow;  $h$  is the distance from the axis of the retention furrow to point A,  $n$  is the calculated tooth height.

Thus, as a result of splinting of incisors and canines using reinforcement and polymer, all splinted teeth, from the point of view of mechanics, can be considered a rigid disk (deformations of which can be neglected due to their insignificance), fixed by movable hinge-spring supports along the longitudinal axes of the incisors and at the point of connection of the splint with the canines (points A, B and d of Figure 2) and a hinged-fixed support at point C.





The load  $F$  is perceived as a concentration of the load on one incisor (in the case of small overall dimensions of the food lump not exceeding the width of the incisor) or equally acting from the load distributed along the entire length of the dentition or some part of it (in the case of the size of the food lump exceeding the width of one incisor). A less favorable loading option is the case in which the equivalent load  $F$  is located between the central incisors.

In this situation, the degree of inclination of the teeth in the frontal area relative to the load is set by the angle  $\alpha$ , and the degree of resorption and the anatomical size of the teeth are set by the dimensions  $hk$  and  $lk$ , respectively .

Taking into account the joint work of all the teeth included in the splint, the vertical load on the incisors has little dependence on the initial degree of mobility of the incisors, and is determined mainly by the mobility of the canines, which receive the load transmitted from the incisors by the splint. When the load  $F$  is applied, the hard disk rotates in accordance with the point  $C$  (the vertical movement of the canines can be neglected due to the fact that the canine is a support for the entire tire structure), causing reactive forces in the elastic supports that are directly proportional to the distance from the center of rotation  $C$ . According to Fig. 2, the force  $F$  causes a reaction of the cutter root  $R_A$ , which rotates the tire relative to the axis of rotation  $C$ . During this process, the tire transfers the load  $H_D$  to the canine. We assume that the reaction force of the canine itself, represented in Figure 2 by the force  $H_C$ , (due to its high stiffness), is much smaller than the periodontal reaction,

$$\text{and therefore: } \frac{R_A}{l} = \frac{H_D}{h}, \text{ hence: } R_A = \frac{H_D \cdot l}{h}.$$

$$\text{Similarly: } \frac{R_B}{0,6l} = \frac{H_D}{h}, \text{ hence: } R_B = \frac{H_D \cdot 0,6l}{h}.$$

The dimension  $l$  can be represented by  $H$  as  $l = H \tan \alpha$ . The equilibrium equation is used to determine the values of the vertical and horizontal forces that occur in the teeth. Taking into account that when projecting all forces to the sagittal plane, the projections of the reactive forces that occur in the teeth on the right and left sides of the dentition are superimposed on each other (i.e., the number of reactive forces doubles), we have the following indicators (4-7). The obtained indicators (4), (5), (6) and (7) relate the reactive forces arising in the teeth to the values of the external load  $F$ . The value of the geometric dimension  $l$  itself can be determined using a caliper as the distance from the line connecting the centers of gravity of the cross-sections of the canines, the outer cutting edge of the first incisors  $d$  minus the value (or approximately the distance between the center of the longitudinal roller of the oral surface of the lower canine and the lingual tubercle of the lower central incisor) that is possible in clinical conditions.

$$\sum M_C = 0 \quad F(e+l) \cos \beta - FH \sin \beta - 2R_A \cdot l - 2R_B \cdot 0,6l - 2H_D \cdot h = 0 \quad (4)$$

$$H_D = \frac{0,5F \cos \beta (H(\tan \alpha - \tan \beta) + l) \cdot h}{1,36l^2 + h^2}$$



$$R_A = \frac{H_D \cdot l}{h} = \frac{0,5F \cos \beta (H(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta) + l) \cdot l}{1,36l^2 + h^2} \tag{5}$$

$$R_B = \frac{H_D \cdot 0,6l}{h} = \frac{0,3F \cos \beta (H(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta) + l) \cdot l}{1,36l^2 + h^2}$$

$$\sum M_A = 0 \quad -F \cdot e \cdot \cos \beta + F \cdot H \cdot \sin \beta - 2R_C \cdot l - 2R_B \cdot 0,4l + 2H_D \cdot h = 0 \tag{6}$$

$$R_C = \frac{H_D h - 0,4R_B l - 0,5FH \cos \beta (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta)}{l} \tag{7}$$

The value of the maximum load  $F$  can be determined from expression (4) as:

$$F = \frac{2H_D (1,36l^2 + h^2)}{\cos \beta (H(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta) + l) \cdot h}$$

where instead of the value of  $H_d$ , the maximum permissible value  $F_g^n$  of the horizontal force on the canine depending on its clinical condition is substituted

$$H_D = F_g^n \frac{h_k}{h_h}$$

(which was selected from the corresponding table) [12], taking into account the height of the applied force applied

$$F = \frac{2F_g^n (1,36l^2 + h^2)h_k}{\cos \beta (H(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta) + l) \cdot h \cdot h_h}$$

Then: (8)

Regardless of the length of the tooth, the ratio of the length of the crown to the root (for all teeth, the average is 1:2). The ratio of the length of the canine crown to the length of its root is more accurately represented by 1:1.5 [11]. However, age-related changes and the possible presence of pathological abrasion make it impossible to consider the height of the crown as a reliable value. Instead, for these purposes, you can use the calculation scheme proposed by L.M. Lomiashvili [15,16]. Thus, the height of the mandibular canine ( $H_{cor}$ ) correlates with the mesiodistal ( $Md_{cor}$ ) and vestibulo-lingual ( $Vl_{cor}$ ) dimensions of its crown as 1.40:1.00:1.11. Taking into account the variability of pathological abrasion forms, only  $Vl_{cor}$  can be considered a reliable size for calculation. Therefore, the required length of the canine root can be calculated using the formula:

$$l_k = 2 \cdot H_{cor} = \frac{2 \cdot 1,4V_{cor}}{1,11} = 2,522V_{cor}$$

Defining all dimensions through  $Vl_{cor}$ , we get:

$$h_k = \frac{1,4V_{cor}}{1,11} = 1,261V_{cor}$$

$$h = h_k + \frac{l_k}{3} - h_g = 1,261V_{cor} + 0,631V_{cor} - h_g = 1,829V_{cor} - h_g$$



$$H = h_{\kappa} + \frac{l_{\kappa}}{3} = 1,261VLcor + 0,631VLcor = 1,829VLcor$$

$$h_{\mu} = h_{\kappa} - h_{\epsilon} = 1,261VLcor - h_{\epsilon},$$

and substituting into (8) we have:

$$F = \frac{2,522F_g^n (1,36l^2 + (2,102VLcor - h_{\epsilon})^2)VLcor}{\cos \beta (2,102VLcor(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta) + l) \cdot (2,102VLcor - h_{\epsilon}) \cdot (1,261VLcor - h_{\epsilon})} \quad (9)$$

Among the main advantages of expression (9) is that in order to determine the value of the maximum permissible load  $F$  on a splinted incisor, it is sufficient to determine the vestibulo-lingual dimensions of the canine crown  $VLcor$  and the angle of inclination of the central incisors in the anterior region to the line of action of the load. Significant disadvantages of expression (9) are the impossibility of taking into account the clinical height of the crowns of the teeth (only the anatomical dimensions of the crown are taken into account), the magnitude of their possible pathological abrasion and the limit of bone atrophy of the bone tissue of the sockets of the teeth.

Therefore, the use of the calculation scheme (9) is permissible only in cases of complete anatomical restoration of the entire anterior group of teeth. That is why, in practice, the use of expression (8) is more acceptable for calculations. Finally, the value of the maximum permissible load  $F$  on the splinted cutter is determined as the lesser of two values: obtained by (8) according to [13, 14] and selected from the table of maximum permissible values of vertical forces on abutment teeth depending on their clinical condition.

This method is reliable for clinical cases with pathological mobility of the central and lateral incisors of the I and II degree, with the amount of atrophy less than  $2/3$  of the socket and the absence of pathological mobility of the canines. In the case of pathological mobility of the canines of the first degree, in order to reduce the values of the loosening moment that occurs in the canine from the load transmitted by the splint, the retention furrow should be placed as low as possible in the height of the crown part of the canine. The maximum value of the load transmitted to the canine by tire incisors is determined by formula (4).

#### Conclusions.

1. An analytical model has been developed to mathematically substantiate the distribution of the chewing load on the anterior teeth with varying degrees of pathological mobility, taking into account the condition of the abutment teeth and the endurance of periodontal tissues, depending on the conditions in the oral cavity.

2. The method of splinting of anterior teeth with pathological mobility with the placement of a reinforcing splint element based on an inorganic matrix on the vestibular surface of the tooth was substantiated, taking into account biomechanical feasibility, degree of tooth mobility, resorption of interdental septa and the height of clinical crowns.

3) The expediency of the splinting structure, its location in accordance with mathematical calculations, taking into account the height of clinical crowns, tooth inclination and type of bite after a preliminary study of plaster models in a parallelogram, is substantiated.



## References:

1. Könönen E, Gursoy M, Gursoy UK. (2019). Periodontitis: a multifaceted disease of tooth-supporting tissues in *J Clin Med.* issue 8, vol. 8, p. 1135. DOI: 10.3390/jcm8081135
2. Genco RJ, Borgnakke WS. (2013). Risk factors for periodontal disease. in *Periodontol 2000*, issue 62, vol. 1, pp. 59-94. DOI: 10.1111/j.1600-0757.2012.00457.x
3. Tonetti M.S., Greenwell H., Kornman K. S. (2018). Staging and grading of periodontitis: Framework and proposal of a new classification and case definition. in *Journal of periodontology*, issue 89, vol.1, pp. 159–172. DOI: 10.1002/JPER.18-0006
4. Avetisyan A, Markaryan M, Rokaya D, Tovani-Palone MR, Zafar MS, Khurshid Z, Vardanyan A, Heboyan A. (2021) Characteristics of periodontal tissues in prosthetic treatment with fixed dental prostheses. in *Molecules*, issue 26, vol.5, p. 1331. DOI: 10.3390/molecules26051331
5. Graetz C., Ostermann F., Woeste S., Sälzer S., Dörfer C. E., Schwendicke F. (2019). Long-term survival and maintenance efforts of splinted teeth in periodontitis patients. *Journal of dentistry*, issue 80, pp. 49–54. DOI: 10.1016/j.jdent.2018.10.009
6. Kathariya R., Devanoorkar A., Golani R., Shetty N., Vallakatla V., Bhat M. Y. (2016). To Splint or Not to Splint: The Current Status of Periodontal Splinting. in *Journal of the International Academy of Periodontology*, issue 18, vol. 2, pp. 45–56. PMID: 27128157
7. Mariana Ceban, Victor Ceban, Vitalie Pântea (2024). Temporary splinting in periodontally mobile teeth: review before application. in *Mold J Health Sci.*, issue 3, vol. 11, pp. 49-53. DOI:10.52645/MJHS.2024.3.07
8. Levandovskyi R., Belikova N., Belikov O., Sorokhan M., Roschuk O., Vatamaniuk N. (2023). Evaluation of the clinical condition of the oral cavity before adhesive splinting of movable teeth. in *Georgian medical news*, vol. 340-341, pp. 270–274. PMID: 37805910
9. Mangoush E., Säilynoja E., Prinssi R., Lassila L., Vallittu P. K., Garoushi S. (2017). Comparative evaluation between glass and polyethylene fiber reinforced composites: A review of the current literature. in *Journal of clinical and experimental dentistry*, issue 9, vol. 12, pp. 1408–1417. DOI: 10.4317/jced.54205
10. Belikova N., Petrushanko T. (2013). Biomechanical basis splinting of loose teeth while preserving their mobility at physiological in *Georgian medical news*, vol. 222, pp. 23–28. PMID: 24099811
11. Romanyuk O.D., Telipko L.P., Raksha S.V. (2021). Teoretichna ta prikladna mehanika. Korotkij kurs. [Theoretical and applied mechanics. Short course]. Navchalnij posibnik [Study guide] Kam'yanske: DDTU, 282 p.
12. Shkelov L.T., Stankevich A.M., Poshivach D.R. (2011). Opir materialiv: [Resistance of materials] Pidruchnik dlya studentiv vishih navchalnih zakladiv [Textbook for students of higher educational institutions], K.: ZAT «Vipsa», 456 p.
13. Nidzelskij M. Ya., Pisarenko O. A., Cvetkova N. V., Sokolovska V. M. (2015). Zastosuvannya metodologichnogo pidhodu do modelyuvannya zubiv [Application Methodological Approach to Modeling Teeth] *Visnik problem biologii i*





medicini [ Bulletin of Biology and Medicine ], issue 2, vol. 119, pp. 183-186

14. Shmidzeder Jozef. (2005). Estetichna stomatologiya: [ Aesthetic dentistry ] kolorovij atlas; [ colored atlas ] perekl. z angl. Lviv: GalDent, 312 p., 952 il.

15. Lomiashvili L. M., Mikhailovsky S. G., Pogadayev D. V., Zolotova L. Y., Musienko A. I. (2016). The rationale for including the curriculum and instructional kit on teeth modeling into the «Stomatology» discipline syllabus». The actual problems in dentistry, issue 3, Vol. 12, pp. 101-106 DOI: 10.18481/2077-7566-2016-12-3-101-106

Article sent: 28.12.2024

© Belikov O.B.



УДК 614.72-02:613.954].084:519.25

## HYGIENIC ASSESSMENT OF AEROGENE INFLUENCE OF XENOBIOTICS ON FORM THE HEALTH OF CHILDRENS ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА АЕРОГЕННОГО ВПЛИВУ КСЕНОБІОТИКІВ НА ФОРМУВАННЯ ЗДОРОВ'Я ДІТЕЙ

Rublevska N.I. / Рублевська Н.І.

*d.med.s., prof. / д.мед.н., проф.*

Dnipro State Medical University,

Dnipro, Volodymyra Vernadskogo, 9, 49044

Дніпровський державний медичний університет,

Дніпро, Володимира Вернадського, 9, 49044

**Анотація.** В роботі надано гігієнічну вмісту хімічних забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. Визначено особливості їх аерогенного надходження до організму дитини. Здійснено оцінку стану здоров'я дитячого населення. Аналіз отриманих результатів дослідження дозволив обґрунтувати методичні підходи з попередження розвитку донозологічних станів у дітей у зв'язку з аерогенним впливом ксенобіотиків.

**Ключові слова:** ксенобіотики, атмосферне повітря, здоров'я, дитяче населення, донозологічні стани, адаптація, ризик, первинна профілактика.

### Вступ.

Серед комплексу чинників довкілля, які сприяють виникненню донозологічних та патологічних станів у населення значна роль належить атмосферному повітрю. Численні дослідження свідчать про те, що забруднення повітря є визначальним фактором у формуванні ризиків для здоров'я населення, пов'язаними зі станом навколишнього середовища. До того ж, до атмосфери населених місць токсичні речовини надходять у різних комбінаціях, що частіше усього посилює їх токсичну дію на живі організми. Доведено, що ступінь значущості забруднення атмосферного повітря у формуванні рівня загальної захворюваності дитячого населення становить 23,2 % і займає друге місце після соціальних чинників ризику, значущість яких дорівнює 38,8 %. Дослідження свідчать, що при однакових рівнях вмісту шкідливих речовин в атмосферному повітрі, дозові їх надходження (АН доз.) неоднозначні для різних вікових груп населення: саме діти зазнають найбільшого аерогенного навантаження. У зв'язку з цим вивчення впливу аерогенних хімічних навантажень на організм дитини набуває провідного значення.

Джерело: [1,2,3,4,5]

### Основний текст.

**Мета роботи** – обґрунтувати заходи первинної профілактики негативних змін у стані здоров'я дитячого населення на підставі комплексної гігієнічної оцінки вмісту забруднюючих речовин у повітрі, аерогенного їх навантаження на організм та здоров'я дітей.

**Матеріали і методи.** Проведено аналіз вмісту пилу, ангідриду сірчистого, оксиду вуглецю, азоту діоксиду, сірководню, фенолу, аміаку, формальдегіду в атмосферному повітрі м.м. Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ у динаміці за 2010-2022 рр. за результатами спостережень Дніпропетровського регіонального центру з гідрометеорології та Державної установи "Дніпропетровський



обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України". Гігієнічна оцінка вмісту ксенобіотиків в атмосферному повітрі проводилась відповідно до наказу МОЗ України №52 від 14.01.2020 року «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць». На підставі середньодобових концентрацій токсикантів в атмосферному повітрі м. Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ нами розраховане дозове аерогенне надходження ( $\text{мг/кг} \times \text{добу}$ ) ксенобіотиків до дитячого організму, яке відображає вплив хімічної речовини на організм. Отримані величини порівнювали з референтними, розрахованими нами для вуглецю оксиду, формальдегіду за допустими (референтними) або максимально недіючими концентраціями, та з референтними для сірки діоксиду, азоту діоксиду, фенолу, аміаку. Для оцінки адаптаційних можливостей дітей використовували метод визначення адаптаційного потенціалу (АП), що заснований на інтегральному аналізі кардіо-гемодинамічних та антропометричних даних: частоти пульсу, артеріального тиску, довжини тіла, маси тіла. З урахуванням розроблених нами нормативів адаптаційного потенціалу для дітей дошкільного віку визначали поширеність різних рівней адаптації серед дітей- мешканців промислових міст. Медико-статистична обробка Microsoft Excel2003@Statistica v 6.1 (Statsoft Inc /США) (ліц. № AGAR909E415822FA). Для кількісної оцінки взаємозв'язку між окремими факторами застосовували кореляційний аналіз з розрахунком коефіцієнтів лінійної кореляції Пірсона та рангової кореляції Спірмена ( $r$ ), що дозволило встановити стійкі статистично значущі ( $p < 0,05 - 0,001$ ) взаємозв'язки між показниками з оцінкою напрямку змін.

*Результати.* Проведена гігієнічна характеристика вмісту основних хімічних забруднюючих речовин в повітрі свідчить про те, що в атмосфері міст Дніпропетровськ та Дніпродзержинськ постійно визначаються основні або „класичні” забруднюючі речовини: пил, сірки діоксид, вуглецю оксид, азоту діоксид. Практично по усім ксенобіотикам, за винятком сірки діоксиду, відмічається перевищення середньодобових гранично допустимих концентрацій. В середньому за період спостереження найнижчі концентрації пилу (1,13 ГДК с.д.), діоксиду азоту (1,23 ГДК с.д.), сірки діоксиду (0,12 ГДК с.д.) встановлені на території району порівняння м. Дніпропетровськ. Найбільш забрудненим пилом (2,35 ГДК с.д.), оксидом вуглецю (1,21 ГДК с.д.) та діоксидом азоту (2,23 ГДК с.д.) є повітря у районі з інтенсивним транспортним рухом. Однак, найзначніший вміст сірки діоксиду зареєстровано у повітрі промислових районів міст Дніпропетровськ та Дніпродзержинськ. Має місце статистично достовірна відмінність між вмістом пилу, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, діоксиду азоту в атмосфері району порівняння та району з інтенсивним транспортним рухом ( $p < 0,008 - 0,001$ ), між вмістом тих же ксенобіотиків в атмосфері району порівняння та промислового району № 1 ( $p < 0,05 - 0,001$ ). Узагальнення результатів проведених нами досліджень з гігієнічної характеристики вмісту специфічних забруднюючих речовин в атмосфері свідчить за те, що у повітрі районів спостереження м. Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ реєструються значні середньорічні



концентрації ксенобіотиків: до 3,67 ГДК с.д. по фенолу, до 3,08 ГДК с.д. по аміаку, до 6,33 ГДК с.д. по формальдегіду та до 1,13 ГДК м.р. по сірководню.

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що діти з району порівняння м. Дніпропетровськ зазнають впливу меншого, ніж в інших районах спостереження, аерогенного навантаження забруднюючими речовинами (мг/кг×добу). Так, достовірно ( $p < 0,05-0,001$ ) надходження пилу в 2,1, вуглецю оксиду в 2,14, формальдегіду в 1,4 рази нижче у районі порівняння, ніж в районі з інтенсивним транспортним рухом. Надходження діоксиду сірки в 2,9, сірководню в 1,57 рази вище у промисловому районі № 2, ніж в районі порівняння ( $p < 0,05$ ). Найбільші величини аерогенного надходження ксенобіотиків до організму дітей дошкільного віку-мешканців м. Дніпродзержинськ також припадають на дітей з промислових районів, ніж на мешканців району порівняння.

В умовах м. Дніпродзержинськ до організму дітей надходять вірогідно ( $p < 0,05-0,001$ ) вищі, ніж в умовах м. Дніпропетровськ дози фенолу (в 2,5 рази), формальдегіду (в 2,15 рази), сірководню (в 1,8 рази). Надходження вуглецю оксиду в 1,56 рази вище ( $p < 0,001$ ) у Дніпропетровську. Аналіз середньодобових доз надходження окремих ксенобіотиків з атмосферним повітрям свідчить за те, що дитяче населення міст Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ зазнає впливу більш значного ( $p < 0,05$ ), при порівнянні з референтними величинами, аерогенного навантаження такими речовинами, як азоту діоксид (в 2,2-2,5 рази,  $p < 0,05$ ), фенол (в 1,4 рази), формальдегід (в 2,2-4 рази,  $p < 0,05$ ).

В якості інтегрального критерію здоров'я у літературі розглядають адаптаційні можливості організму, які відображають ступінь його динамічної рівноваги з середовищем. З урахуванням розроблених нами нормативів адаптаційного потенціалу визначено поширеність різних рівней адаптації серед дітей дошкільного віку в районах спостереження. Отримані результати з оцінки адаптаційних можливостей дітей, які підлягають аерогенному впливу ксенобіотиків, дозволили встановити, що в районах з більшим ступенем забруднення атмосфери достовірно ( $p < 0,05$ ) більша питома вага дітей з напруженням (АП від 1,90 до 2,19 для хлопчиків; АП від 1,80 до 1,99 для дівчаток), незадовільним рівнем адаптаційних можливостей (АП від 2,20 до 2,39 для хлопчиків; АП від 2,00 до 2,19 для дівчаток) та зривом адаптації (АП 2,40 та  $>$  для хлопчиків; АП 2,20 та  $>$  для дівчаток).

Результати проведеного математичного аналізу дозволили встановити, що величини аерогенного дозового навантаження ксенобіотиками достовірно ( $p < 0,05-0,001$ ) впливають на адаптаційні можливості дітей. З підвищенням АН доз. діоксидом сірки ( $r=0,36$ ), оксидом вуглецю ( $r=0,33$ ), діоксидом азоту ( $r=0,28$ ), аміаком ( $r=0,30$ ) зростає величина адаптаційного потенціалу, тобто адаптаційні можливості дитячого організму знижуються під впливом більш значущого аерогенного навантаження зазначеними ксенобіотиками.

Отримані нами дані свідчать за те, що величина адаптаційного потенціалу вірогідно пов'язана зі станом неспецифічної резистентності, функціональними показниками дихальної і серцево-судинної систем дітей ( $r = -0,47 \div 0,69$ ;  $p < 0,05-0,001$ ). Аналіз зниження рівня адаптації в залежності від величини аерогенного





дозового навантаження окремими ксенобіотиками дозволив визначити ксенобіотики та такі їх величини аерогенного дозового надходження до організму дітей-мешканців Придніпровського регіону, з якими пов'язаний ризик зниження рівня адаптації. Отримані результати свідчать, що вірогідно ( $p < 0,001$ ) найбільш високий ризик зниження адаптаційних можливостей дітей (також, як і для виникнення донозологічних станів) притаманний для вуглецю оксиду ( $BШ = 5,30$ ; 95% ВІ 2,14 - 13,17). На підставі отриманих результатів запропоновано та впроваджено критеріальну шкалу оцінки ризику зниження адаптації в залежності від величини аерогенного дозового навантаження ксенобіотиками, яка дозволяє виділяти групи ризику дітей за місцем мешкання, проводити еколого-гігієнічне ранжування населених місць.

### **Висновки.**

Встановлено, що в умовах промислових місць має місце більш значуще, порівняно з розрахованими за референтними концентраціями та гранично допустимими концентраціями, аерогенне надходження ксенобіотиків до організму дитини, що призводить до зниження неспецифічної резистентності, змін функціонального стану серцево-судинної та дихальної систем, зниженню рівня адаптації дитячого організму. Запропоновано математичну модель «аерогенне надходження ксенобіотиків – адаптаційні можливості дітей» та обгрунтовано величини аерогенного надходження забруднюючих речовин атмосферного повітря ( $мг/кг \times добу$ ), які в умовах техногенного регіону імовірно призводять до зниження адаптаційних можливостей дитячого організму.

### **Література:**

1. World Health Organization. Air pollution. URL: <http://www.emro.who.int/noncommunicable-diseases/publications/air-pollution.html>
2. Rublevska N.I., Stepanov S.V., Rublevskyi V.D. Gaiday L.V., Sincha O.P., Rublevska A.D. Hygienic justification of approaches to the development of a regional monitoring program atmospheric air //Modern engineering and innovative technologies, Germany, Karlsruhe, Issue 29; October, 2023; P. 178-185.
3. Hygienic assessment of the impact of aromatic hydrocarbons and formaldehyde on the health of children/ Rublevska N.I., Stepanov S.V., Gayday L.V., Sincha O.P., Zhuravel S.P., Rublevska A.D. //Modern engineering and innovative technologies, Germany, 2022;24 (2); 163-168.
4. Обгрунтування регіональної програми моніторингу за якістю атмосферного повітря у Дніпропетровській області /Степанов С.В., Рублевська Н.І.//Український журнал медицини, біології та спорту. 2021.Том 6. №3 (31). С. 46-52.
5. The effect of aerogenic intake of phenol and formaldehyde on the formation of children's health/ Rublevskaya N.I., Stepanov S.V.// International Scientific Periodical Journal "Almanahul SWorld". - 2020. - № 4. - P. 79-85.

### **Abstract.**

*The article is dedicated to the hygienic estimation of chemical substances in the air of urban territories, their aerogene reception to the child's organism, methodical approaches of study health at the children and scientific problem – prevention of prenosological conditions on the organism*



*of children, connected with influence of xenobiotics. In the conditions of industrial cities had been proved aerogene reception of xenobiotics to the organism of children in the concentrations, which exceed maximum admissible level, and lead to the immunological infringements, functional changes of cardio-vascular and respiratory system, decrease of adaptation and physical development (below average or low), disharmonious level of physical development and increase level of morbidity among population of children. Mathematical model had been shown „influence of aerogene reception of xenobiotics to the adaptation of children” and quantity reception of chemical substances from atmospheric air (mg/kg×daily), which cause decrease of adaptation on the organism of children in the technogenic region.*

**Key words:** *xenobiotics, atmospheric air, health, population of children, prenosological conditions, adaptation, risk, preventive measures.*

Статья відправлена: 28.12.2024 р.

© Рублевська Н.І.



УДК: 616.24-002.5-031.81:616.15:577.115:577.125.3

## LIPID METABOLISM IN THE BLOOD PLASMA OF PATIENTS WITH DISSEMINATED PULMONARY TUBERCULOSIS

## МЕТАБОЛІЗМ ЛІПІДІВ У ПЛАЗМІ КРОВІ ХВОРИХ НА ДИСЕМІНОВАНИЙ ТУБЕРКУЛЬОЗ ЛЕГЕНЬ

Pikas O.B./ Пікас О.Б.

d. m. n., prof. /д. м. н., проф.

ORCID: 0000-0002-9525-7719

Bogomolets National Medical University,

Kyiv, Shevchenko Boulevard, 13, 03100

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця,

Київ, бульвар Шевченко, 13, 03100

**Анотація.** В роботі розглядається метаболізм ліпідів при дисемінованому туберкульозі. Мета дослідження – вивчити та оцінити склад жирних кислот (ЖК) ліпідів у плазмі крові хворих на дисемінований туберкульоз легень і визначити їх зв'язок із перебігом хвороби.

**Матеріал і методи.** Було обстежено 103 (64,37 % із 160) здорові особи (I група) та 57 (35,63 % із 160) хворих на дисемінований туберкульоз легень (II група). Жирні кислоти у плазмі крові досліджували біохімічним методом на газорідному хроматографі «Цвет – 500».

**Результати.** Встановлені суттєві зміни спектра жирних кислот ліпідів у плазмі крові у хворих на дисемінований туберкульоз легень, які проявлялись значущим підвищенням сумарного рівня насичених жирних кислот на тлі зниженого сумарного вмісту ненасичених і суми поліненасичених жирних кислот, в результаті посиленої активації процесів перекисного окислення ліпідів. Вміст стеаринової ЖК ( $C_{18\ 0}$ ) у пацієнтів II групи вірогідно знижувався в 1,63 рази порівняно з особами I групи ( $p < 0,001$ ). У хворих на дисемінований туберкульоз легень кількість арахідонової ЖК ( $C_{20\ 4}$ ) зростала у 2,13 рази ( $p < 0,001$ ), кількість олеїнової ЖК ( $C_{18\ 1}$ ) знижувалася в 1,48 рази ( $p < 0,001$ ) порівняно з групою контролю.

**Висновки.** Результати досліджень показали, що існує зв'язок і залежність між розвитком дисемінованого туберкульозу легень та порушенням обміну ліпідів із модифікацією складу жирних кислот у плазмі крові, що важливо враховувати при проведенні лікування даних пацієнтів.

**Ключові слова:** спектр, жирні кислоти, плазма крові, туберкульоз легень.

**Вступ.** В Україні відмічається складна епідеміологічна ситуація з туберкульозу: збільшена частка тяжких поширених форм та зростання показників лікарсько-стійкого туберкульозу легень. В Україні щодня реєструють 93-94 нових випадків захворювання на цю недугу, щороку виявляють понад 30 тис. хворих, а понад 8-10 тис. помирають від цієї хвороби [ 4, 5, 6 ]. Епідемію цієї хвороби підтримує зростання лікарсько-стійких форм туберкульозу, вплив соціально-економічних чинників [ 7 ] та інших факторів, що зумовлює гірші показники ефективності лікування хворих із цією недугою та потребу у проведенні нових досліджень чи удосконалення існуючих з метою поглибленого розкриття патогенезу хвороби. При фізіологічних та патологічних процесах здійснюються процеси перекисного окиснення (ПОЛ). Під час проходження процесів вільно радикального окислення утворюються активні форми кисню, концентрація яких у тканинах при фізіологічних умовах



є не високою. Надлишок активних форм кисню сприяє проходженню ланцюгових реакцій із накопиченням ліпідних радикалів, пероксидів, гідро пероксидів та алкоксидів. Процеси ПОЛ пошкоджують клітинні мембрани та призводять до виникнення патологічного процесу [ 1 ]. До складу клітинних мембран входять жирні кислоти (ЖК), які є основним субстратом процесів ПОЛ, тому зміна їх складу є інформативним показником, що визначає порушення обміну ліпідів. Все це обумовило поставлену перед нами мету - оцінити склад жирних кислот ліпідів у плазмі крові у хворих на дисемінований туберкульоз легень і визначити їх роль у розвитку хвороби.

Дослідження є фрагментом багатьох планових науково-дослідних робіт Національного медичного університету імені О.О. Богомольця МОЗ України.

### **Матеріали та методи**

Нами було обстежено 103 (64,37 % із 160) здорові особи віком від 18 до 65 років, котрі не палили цигарки (І група, контрольна) та 57 (35,63 % із 160) осіб такого ж віку, хворих на дисемінований туберкульоз легень (ІІ група).

Обстеження осіб проводили у Київських протитуберкульозних закладах. Підготовку проб і газохроматографічний аналіз проводили згідно методики Л.В. Сазоненко і Т.С. Брюзгіної [ 3 ]. Визначення складу жирних кислот фосfolіпідів у плазмі крові проводили біохімічним методом. В основі методу лежить екстракція ліпідів із плазми крові, виділення фосfolіпідів, метилування і газохроматографічний аналіз жирних кислот на газорідному хроматографі "Цвет-500" із плазмо іонізаційним детектором в ізотермічному режимі. Склад жирних кислот ліпідів у плазмі крові оцінювали за методом нормування площ і визначення частки жирних кислот (у %) [ 2 ]. Похибка показників складала  $\pm 10$  %.

Статистична обробка результатів дослідження проводилась на персональному комп'ютері з використанням пакета прикладних програм Microsoft Office Excel, 2007. Вірогідними вважали різницю при рівні статистичної значущості  $p < 0,05$ ,  $p < 0,001$ ,  $p < 0,001$ .

Матеріали клінічного дослідження були розглянуті комісією з питань етики Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, де було винесено рішення, що дослідження виконані згідно сучасним науковим стандартам, були передбачені заходи по забезпеченню безпеки для здоров'я пацієнта, дотримання його прав людської гідності та морально-етичних норм у відповідності до принципів Гельсінкської декларації прав людини, Конвенції Ради Європи про права людини та відповідних Законів України.

**Результати.** У плазмі крові в осіб І групи (контрольна) в найбільшій кількості нами виявлені насичені ЖК: пальмітинова (C16:0) та стеаринова (C18:0), що склали відповідно  $(37,1 \pm 1,6)$  % і  $(13,4 \pm 0,7)$  %. Із ненасичених ЖК були визначені олеїнова (C18:1) та ліолева (C18:2) ЖК: відповідно  $(16,3 \pm 0,5)$  % і  $(29,1 \pm 0,5)$  %. У плазмі крові у контрольній групі встановлена значна насиченість ЖК (до  $(50,5 \pm 1,6)$  %) внаслідок високого вмісту пальмітинової ЖК (C16:0), яка забезпечує стійкість до посиленних процесів ПОЛ. Кількісний вміст жирних кислот у плазмі крові у хворих на дисемінований туберкульоз легень (ІІ група) відрізнявся від аналогічних їх показників у здорових осіб (І





група). У хворих на дисемінований туберкульоз легень (II група) відмічалось невірогідне зниження пальмітинової ЖК (C16:0) до  $(33,4 \pm 2,7) \%$  ( $p > 0,05$ ) при контролі  $(37,1 \pm 1,6) \%$ . Вміст стеаринової ЖК (C18:0) у пацієнтів II групи вірогідно знижувався до  $(8,2 \pm 1,1) \%$  ( $p < 0,001$ ) при  $(13,4 \pm 0,7) \%$  у здорових осіб. Знижений рівень пальмітинової (C16:0) і стеаринової (C18:0) ЖК у хворих на дисемінований туберкульоз легень свідчить про порушену функцію печінки.

В осіб II групи у плазмі крові з'явилась міристинова ЖК (C14:0) ( $p < 0,001$ ), кількість якої дорівнювала  $(20,1 \pm 1,7) \%$ , що свідчить про суттєві зміни в ендокринній системі даних пацієнтів; у здорових осіб міристинова ЖК (C14:0) відсутня. Рівень олеїнової ЖК (C18:1) вірогідно знижувався в осіб II групи до  $(11,0 \pm 1,0) \%$  (в 1,48 разу,  $p < 0,001$ ) порівняно з групою контролю (I групою), де рівень її становив  $(16,3 \pm 0,5) \%$ . Вміст арахідонової ЖК (C20:4) в осіб II групи підвищувався у 2,13 рази ( $p < 0,001$ ) порівняно з групою контролю й становив  $(8,3 \pm 0,8) \%$  (у контролі -  $(3,9 \pm 0,4) \%$ ). Тенденція до зменшення ненасиченості ліпідного комплексу плазми крові у хворих на дисемінований туберкульоз легень ( $p < 0,001$ ) обумовлена вірогідним зниженням вмісту лінолевої (C18:2) й олеїнової (C18:1) ЖК ( $p < 0,001$ ).

У плазмі крові в осіб II групи виявлено характерну закономірність з боку процесу конверсії, що негативно відображається на регуляторній функції респіраторної системи й характері перебігу туберкульозного процесу. Такі зміни складу жирних кислот ліпідів у плазмі крові зумовлюють зниження поліненасиченого ліпідного комплексу до  $(19,7 \pm 0,6) \%$  (у контрольній групі -  $(33,3 \pm 1,5) \%$ ) ( $p < 0,001$ ) та зменшення сумарного вмісту ненасичених ЖК до  $(30,7 \pm 2,1) \%$  ( $p < 0,001$ ) при  $(49,5 \pm 1,6) \%$  у здорових осіб. Зменшення сумарного вмісту поліненасичених ЖК (ПН ЖК) у плазмі крові до  $(19,7 \pm 0,6) \%$  у хворих на дисемінований туберкульоз легень ( $p < 0,001$ ) (при  $(33,3 \pm 1,5) \%$  у контрольній групі) відбувається в основному за рахунок зниженого рівня лінолевої ЖК (до  $(10,1 \pm 1,5) \%$ ,  $p < 0,001$ ; у здорових осіб  $(29,1 \pm 0,5) \%$ ) та свідчить про активний специфічний процес у легенях.

Жирні кислоти, які синтезовані у печінці, етерифікуються у тригліцериди і резервуються у жирових депо, а в подальшому використовуються у складі фосфоліпідів для побудови клітинних мембран. Із плазми крові вільні жирні кислоти проникають у гепатоцити, де утворюється пальмітинова ЖК (C16:0), яка потім перетворюється у стеаринову ЖК (C18:0).

**Висновки та перспективи.** Склад жирних кислот ліпідів у плазмі крові у хворих на дисемінований туберкульоз легень характеризується дисбалансом співвідношення сумарного вмісту насичених, ненасичених та поліненасичених жирних кислот. Результати наших досліджень встановили вірогідне підвищення сумарного рівня насичених ЖК на тлі зниженого сумарного вмісту ненасичених ЖК і вмісту ПН ЖК ( $p < 0,001$ ), що свідчить про порушення метаболізму ліпідів у даних хворих у результаті посиленої активації процесів їх ПОЛ. Було показано порушення обміну ліпідів із модифікацією складу жирних кислот у плазмі крові у хворих на дисемінований туберкульоз легень, що необхідно враховувати при проведенні лікування даних пацієнтів та є досить важливим у перспективі. Суттєво виражені зміни складу жирних кислот у плазмі крові



визначають чутливість до ПОЛ, що дозволить оцінювати характер метаболічних процесів та встановлювати тяжкість і наслідки перебігу дисемінованого туберкульозу легень.

### Література:

1. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. - М. Наука, 1972. - 259 с.
2. Гичка С.Г., Брюзгина Т.С., Вретик Г.М. Газохроматографический метод определения липидных показателей крови при ишемической болезни сердца // Український кардіологічний журнал. - 1998. - № 7-8. - С. 50-52.
3. Сазоненко Л.В., Вітовський Я.М., Брюзгіна Т.С. Вивчення ліпідних показників сироватки крові у вагітних з преєклампсією в динаміці лікування // Медична хімія. - 2003. - № 1. - Р. 86 - 88.
4. Туберкульоз в Україні. (Аналітично-статистичний довідник). Київ: ДУ «Центр громадського здоров'я» Міністерства охорони здоров'я України»; 2021; 46 с.
5. Туберкульоз в Україні: аналітично-статистичний довідник. Відпов. ред. Фещенко ЮІ, Голубчиков МВ, Нізова НМ, Сакальська ОП. Київ: ДУ «Центр громадського здоров'я» Міністерства охорони здоров'я України»; 2014; 13 с
6. Центр медичної статистики МОЗ України. Туберкульоз в Україні (аналітично-статистичний довідник за 2000-2011 роки) / За ред. О.К. Толстанова. - К., 2012. - 98 с.
7. Mi-Sun Koo, Subbian S., Kaplan G. Strain specific transcriptional response in Mycobacterium tuberculosis infected macrofages // Cell Communication and Signaling. - 2012. - P. 10-12.

**Abstract.** The work deals with lipid metabolism n disseminated tuberculosis. **Aim.** Examine and evaluate the spectrum of fatty acids (FA) of lipids in the blood plasma of patients with disseminated pulmonary tuberculosis and determine their connection with the course of the disease.

**Materials and methods.** Have been surveyed 103 (64.37% of 160) healthy individuals (group I) and 57 (35.63% of 160) of patients with disseminated pulmonary tuberculosis (group II). Fatty acids in blood plasma were investigated by the biochemical method using a gas-liquid chromatography "Cvet – 500".

**Results and discussion.** The established substantial changes of spectrum of fatty acids in the blood plasma lipids in patients with disseminated pulmonary tuberculosis, that manifested significant increase in the total level of saturated fatty acids against the background of a low total content of unsaturated and amount of polyunsaturated fatty acids as a result of intensified activation of lipid peroxidation. The stearic FA (C<sub>18 0</sub>) in patients of group II authentically decreased in 1,63 times compared with persons of in group I (p < 0,001). In patients with disseminated pulmonary tuberculosis amount of arachidonic FA (C<sub>20 4</sub>) increased in 2,13 times (p < 0,001), number of oleic FA (C<sub>18 1</sub>) decreased to 1,48 times (p < 0,001) compared with the control group.

**Conclusions.** The results of studies showed that there was a connection and dependence between the development of disseminated pulmonary tuberculosis and violation of the exchange of lipids with modification of the fatty acid composition in the blood plasma, which is important to consider during treatment these patients.

**Key words:** spectrum, fatty acid, plasma of blood, pulmonary tuberculosis.

Статтю надіслано: 28.12.2024 р.

Пікас О.Б.



УДК 616.33/.34-006.5:577.115.3

**SOME ASPECTS OF LIPID METABOLISM IN PATIENTS WITH POLYPS  
IN THE STOMACH****ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЛІПІДНОГО ОБМІНУ У ХВОРИХ ІЗ ПОЛІПАМИ У ШЛУНКУ****Pikas P.B. / Пікас П.Б.**

ORCID: 0000-0002-9525-7719

Shupyk National Healthcare University of Ukrain,

Kyiv, St. Dorohozhytska 9, 04112

Національний університет охорони здоров'я імені П.Л. Шупика,

Київ, вул. Дорогожицька 9, 04112

**Анотація.** В роботі розглядаються результати оцінки складу жирних кислот ліпідів у сироватці крові у хворих із 1-2 поліпами шлунка на газорідному хроматографі серії «Цвет – 500» із плазмо іонізаційним детектором в ізотермічному режимі. Кількісну оцінку складу жирних кислот ліпідів у сироватці крові у пацієнтів при поліпах шлунка проводили за методом нормування площ шляхом визначення піків їх метилових ефірів та їх частки (у %).

У хворих із 1-2 поліпами шлунка склад жирних кислот ліпідів змінювався і характеризувався зростанням сумарного вмісту ненасичених жирних кислот (в тому числі полі ненасичених) та зниженням сумарного вмісту насичених жирних кислот, що свідчить про порушення метаболізму ліпідів. Зміни спектра жирних кислот ліпідів у сироватці крові залежать від наявності чи відсутності поліпів у шлунку, що свідчить про необхідність корекції складу жирних кислот при їх лікуванні.

**Ключові слова:** шлунок, поліпи, ліпіди, жирні кислоти, сироватка крові

**Вступ.**

У біологічних мембранах організму людини проходять процеси перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ), в результаті чого утворюються жирні кислоти (ЖК) [3]. У здорових осіб обмін речовин (в тому числі ліпідів) є збалансованим, що обумовлює певне співвідношення сумарного вмісту насичених, ненасичених і полі ненасичених жирних кислот (ПН ЖК) у сироватці, плазмі та біологічних мембранах еритроцитів крові. При виникненні патологічних процесів співвідношення жирних кислот у крові змінюється.

У просвіті товстої кишки при бактеріальній ферментації утворюється масляна жирна кислота (коротко ланцюгова) [2]. Масляній кислоті притаманні протизапальні та антиканцерогенні властивості, тому дефіцит цієї кислоти сприяє розвитку запальних змін у кишечнику [2, 5]. В організмі людини одні жирні кислоти перетворюються в інші (приєднують чи відщеплюють вуглець), тому рівень коротко ланцюгових жирних кислот пов'язаний із рівнем довго ланцюгових жирних кислот.

Жирні кислоти є структурними елементами біологічних мембран і безпосередньо беруть участь у реакціях ПОЛ, тому їх якісні і кількісні зміни можуть свідчити про наявність патологічного процесу, його активність та інтенсивність реакцій ПОЛ.

Вивчення спектра жирних кислот у сироватці крові дозволяє оцінити ступінь запального процесу і ступінь порушення метаболізму ліпідів у динаміці, допоможе прогнозувати подальший перебіг захворювання і його запальних змін, контролювати правильність призначення лікування та



підвищити його ефективність у хворих на поліпи шлунка, впливаючи на стан жирних кислот.

**Метою** досліджень було оцінити склад жирних кислот ліпідів у сироватці крові у хворих із поодинокими поліпами шлунка.

**Матеріал і методи.** Нами було обстежено 35 (52,2 %) здорових осіб (I група, порівняння) і 32 (47,8 %) хворих із 1-2 поліпами шлунка (II група). Вік усіх обстежених становив від 30 до 75 років.

У виділених групах хворі суттєво не відрізнялися за віком, статтю, розмірами поліпів, тобто групи обстежених осіб були однорідними за більшою кількістю ознак їх клінічної характеристики, що дало можливість порівнювати цифрові показники.

Дослідження проводили на базі клініки Державної установи «Національний інститут хірургії та трансплантології ім. О.О. Шалімова НАМН України» (нині - Національний науковий центр хірургії та трансплантології імені О.О. Шалімова), де знаходились хворі на лікуванні (амбулаторному чи стаціонарному).

За допомогою фіброгастродуоденоскопії вивчали стан слизової оболонки шлунка і дванадцятипалої кишки та виявляли у них поліпи. Під час ендоскопічного дослідження (зондом) або при поліпектомії проводили забір матеріалу поліпа для біопсії (з метою виключення чи підтвердження його малігнізації).

Оцінку слизової оболонки шлунка проводили візуально у відповідності з ендоскопічним розділом Хьюстонської модифікації Сіднейської класифікації хронічного гастриту (набряк, гіперемія, чутливість слизової оболонки, ексудат, плоскі чи підняті ерозії, гіперплазія та атрофія складок, видимість судинного малюнку, підслизові крововиливи).

Фіброгастродуоденоскопія проводилась за допомогою ендоскопічних апаратів з ендовідеосистемою (виробництва фірми «Olimpus», Японія).

Для оцінки складу жирних кислот у сироватці крові у хворих до оперативного втручання натще брали кров (3-5 мл) із вени одноразовим шприцом у центрифужну пробірку об'ємом 10 мл і центрифугували протягом 15 хв. при швидкості 1500 обертів за хвилину. Потім верхній шар (сироватку) відбирали піпеткою Пастера у центрифужну пробірку для екстракції ліпідів, виділення фосfolіпідів, метилування і газохроматографічного аналізу жирних кислот.

Склад жирних кислот фосfolіпідів сироватки крові вивчався на газорідному хроматографі серії «Цвет – 500» із плазмо іонізаційним детектором в ізотермічному режимі. Підготовку проб і газохроматографічний аналіз ліпідів у сироватці крові проводили згідно методики Л.В. Сазоненко і Т.С. Брюзгіної (2003) [4]. Оцінку складу жирних кислот ліпідів у сироватці крові проводили за методом нормування площ (шляхом визначення піків їх метилових ефірів та їх частки), що виражали у відсотках (у %) [1]. Похибка визначення показників складала  $\pm 10\%$ .

Статистична обробка результатів дослідження проводилась на персональному комп'ютері з використанням пакета прикладних програм





Microsoft Office Excel, 2003, 2007. Вірогідними вважали різницю при рівні статистичної значущості  $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$ ,  $p < 0,001$ .

Матеріали клінічного дослідження були розглянуті комісією з питань етики Національної медичної академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика (нині – Національний університет охорони здоров'я імені П.Л. Шупика), де було винесено рішення, що дослідження виконані згідно сучасним науковим стандартам, були передбачені заходи по забезпеченню безпеки для здоров'я пацієнта, дотримання його прав людської гідності та морально-етичних норм у відповідності до принципів Гельсінкської декларації прав людини, Конвенції Ради Європи про права людини та відповідних Законів України.

**Результати та їх обговорення.** У сироватці крові здорових осіб (І група) найбільшу частку склав вміст насичених жирних кислот, які забезпечували стійкість клітин крові до процесів ПОЛ, меншу частку – вміст ненасичених ЖК, найменшу частку – вміст полі ненасичених ЖК.

Аналіз наших досліджень показав, що у сироватці крові хворих із поліпами шлунка (ІІ група) зростав сумарний вміст ненасичених жирних кислот (в тому числі полі ненасичених) та знижувався сумарний вміст насичених жирних кислот.

У пацієнтів ІІ групи вміст ненасичених жирних кислот зростав до  $(54,7 \pm 1,8) \%$  ( $p < 0,001$ ) при  $(43,0 \pm 2,0) \%$  у здорових осіб (І група).

Достовірне зростання вмісту ПН ЖК в осіб ІІ групи (до  $(39,0 \pm 1,6) \%$ ,  $p < 0,001$ ) при  $(18,8 \pm 1,8) \%$  у здорових осіб відбувалось у результаті збільшення рівня лінолевої ( $C_{18:2}$ ) та арахідонової ( $C_{20:4}$ ) ЖК. Рівень лінолевої ЖК ( $C_{18:2}$ ) зростав до  $(26,4 \pm 1,5) \%$  – в осіб ІІ групи ( $p < 0,001$ ) при  $(16,0 \pm 1,4) \%$  у здорових осіб (І група, порівняння).

Рівень арахідонової ЖК ( $C_{20:4}$ ) у хворих на поліпи шлунка зростав до  $(11,3 \pm 1,0) \%$  ( $p < 0,001$ ) при  $(2,8 \pm 0,3) \%$  у здорових осіб, що засвідчує наявність запального процесу.

Сумарний вміст насичених жирних кислот достовірно знижувався у пацієнтів ІІ групи до  $(45,3 \pm 1,8) \%$  ( $p < 0,001$ ) при  $(57,0 \pm 2,0) \%$  у здорових осіб (І група). У сироватці крові у хворих із поліпами шлунка з'являлись міристинова ( $C_{14:0}$ ) та маргарінова ( $C_{17:0}$ ) ЖК ( $p < 0,001$ ), які відсутні в групі порівняння (І). У ІІ групі кількість міристинової ЖК ( $C_{14:0}$ ) склала  $(9,5 \pm 0,8) \%$ , а маргарінової ЖК ( $C_{17:0}$ ) –  $(0,7 \pm 0,1) \%$ . Наявність міристинової ЖК у сироватці крові у пацієнтів із поліпами шлунка свідчить про ендокринні зміни в їх організмі, а поява маргарінової ЖК зумовлена присутністю бактеріальної інфекції.

Кількість пальмітинової ( $C_{16:0}$ ) та стеаринової ( $C_{18:0}$ ) ЖК достовірно знижувалась у хворих ІІ групи: відповідно до  $(28,6 \pm 1,5) \%$  і  $(5,8 \pm 0,6) \%$  ( $p < 0,001$ ) порівняно із здоровими особами, де кількість пальмітинової ЖК складала  $(41,9 \pm 0,9) \%$ , а стеаринової –  $(15,1 \pm 1,3) \%$ .

Після всмоктування ліпіди в організмі людини потрапляють у кров, оминаючи печінку, яка відіграє важливу роль у їх метаболізмі та в утворенні



пальмітинової і стеаринової жирних кислот, тому зниження кількості цих кислот у хворих із поліпами шлунка є свідченням порушення в них функції печінки і потребує проведення корекції її функціонального стану.

### **Висновки і перспективи подальших досліджень.**

У хворих із поліпами шлунка (II група) склад жирних кислот ліпідів у сироватці крові змінений і характеризується зростанням сумарного вмісту ненасичених ЖК (в тому числі полі ненасичених) та зниженням сумарного вмісту насичених ЖК, що свідчить про порушення метаболізму ліпідів.

Зміни складу жирних кислот ліпідів у сироватці крові у хворих із поодинокими поліпами шлунка (не більше 2-х) виникають у результаті посиленних процесів ПОЛ та відкривають перспективу для глибшого і ширшого розкриття патогенезу захворювання. Це може сприяти підвищенню ефективності лікування та профілактики рецидивів поліпів шлунка, шляхом застосування в комплексному лікуванні засобів, які впливають на склад ЖК.

### **Література:**

1. Гичка С.Г., Брюзгина Т.С., Веретик Г.М. Газохроматографический метод определения липидных показателей крови при ишемической болезни сердца // Український кардіологічний журнал. – 1998. – № 7-8. – С. 50–52.
2. Канани Р., Ди Констанцо М., Леоне Л. Возможные механизмы действия масляной кислоты при заболеваниях кишечника (Пер. с англ. Матвеева Л.). – Здоров'я України, 2011, вересень: 1.
3. Ливчак М.Я. Липидный обмен в легких // Метаболизм легких при неспецифических заболеваниях органов дыхания. – Л., 1979. – С. 55–61.
4. Сазоненко Л.В., Вітовський Я.М., Брюзгіна Т.С. Вивчення ліпідних показників сироватки крові у вагітних з преєклампсією в динаміці лікування // Медична хімія. – 2003. – № 1. – С. 86–88.
5. Bocker U. Responsiveness of intestinal epithelial cell lines to lipopolysaccharide is correlated with Toll-like receptor 4 but not Toll-like receptor 2 or CD 14 expression // Int. J. Colorectal. Dis. – 2003. – Vol. 18. – P. 25–32.

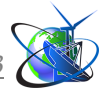
**Abstract.** Studied the fatty acid composition in blood serum lipids in patients with 1-2 stomach polyps GLC ( Gas-Liquid Chromatography) series of "CVET - 500" plasmaionization detector in isothermal mode. Quantitative evaluation of fatty acid composition of serum lipids in patients with the stomach polyps area normalization method was performed by determining the peaks of their methyl esters and their proportion (in %).

In patients with 1-2 stomach polyps fatty acid composition of lipid varied and characterized by increasing the total amount of unsaturated fatty acids (including polyunsaturated), and reduction of the total amount of saturated fatty acids, suggesting lipid metabolism disorders. Changes in the spectrum of fatty acids of lipids in the blood serum of patients with polyps of the stomach depend on the presence or absence of polyps, which indicates the need for correction of the composition of fatty acids in their treatment.

**Key words:** stomach, polyps, lipids, fatty acids, blood serum

Статтю надіслано: 28.12.2024 г.

Пікас П.Б.



## CONTENTS

### Transportation engineering, Motor vehicles. Cycles, Highway engineering. Roads and pavements, Railroad engineering and operation

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-023> **3**

THE OPERATING MODEL OF THE MAINTANCE PROCESS  
OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS

*Tarasenko S.M.*

### Building construction

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-008> **9**

BOUNDARY CONDITIONS OF LAMINATED COMPOSITES  
VIBRATION

*Pysarenko A.M.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-009> **16**

THE PRACTICE OF DESIGNING LANDSCAPE URBAN  
ENVIRONMENTS IN MOROCCO

*Al Echcheikh El Alaoui Douaa.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-048> **22**

EXPERIMENTAL STUDY OF THE ACOUSTIC FIELD IN  
LABORATORY CONDITIONS

*Talakh L.O., Rotko S.V.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-059> **36**

REGULATION OF POROSITY OF FINE-GRAINED CONCRETES  
WITH A MIXTURE OF CARBONATES AND SURFACTANTS

*Shyshkin O.O., Domnichev A.O.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-071> **43**

ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL METHODS DURING THE  
RECONSTRUCTION OF HYDROTECHNICAL STRUCTURES

*Slobodianykh H. V., Pustovoy D. V., Slobodianykh A. V.*

### Innovations in agriculture, biology

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-002> **52**

TECHNOLOGIES FOR IMPROVING THE NATURAL FOOD  
SUPPLY OF WILD UNGULATES ( CERVIDAE )

*Pepko V.O.*



<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-004> 57

PROSPECTS FOR THE USE OF EXTRUSION AS A TECHNOLOGICAL METHOD THAT CAN IMPROVE THE BIOAVAILABILITY OF AMINO ACIDS IN FEED

*Obodovych O. M., Tselen B. Ya., Nedbailo A. Ye.,  
Gozhenko L. P., Radchenko N. L.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-038> 63

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF FORAGE BEET PLANTS DEPENDING ON THE VARIETY IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE

*Ovcharuk V.I., Ovcharuk O.V., Ievstafieva I.M.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-058> 72

USE OF IMMUNO-CORRECTIVE AND BIOCIDAL DRUGS IN POULTRY DIETS

*Chechet O., Lozhkina O., Prylipko T.M., Kostash A.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-075> 77

FEASIBILITY STUDY OF THE BIOTECHNOLOGY PRODUCTION PROJECT

*Kovalenko V. M., Bashlai S. V.*

### Innovations in medicine, pharmaceuticals, chemistry, veterinary medicine

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-012> 84

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF MULTIMODAL ANESTHESIA IN PATIENTS WITH CANCER OF THE BODY OF THE UTERUS DURING HYSTERECTOMY

*Bosenko K.V., Budniuk O.O.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-018> 94

MODERN CANCER PREVENTION STRATEGY IN THE CITY OF ODESA: NEW CONCEPTION AND PERSONIFICATED APPROACH

*Rybin A.I., Kuznetsova O.V.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-052> 102

BIOMECHANICAL APPROACHES TO LONG-TERM SPLINTING OF MOBILE TEETH IN PERIODONTITIS

*Belikov O.B., Belikova N.I., Sorokhan M.M*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-053> 112

HYGIENIC ASSESSMENT OF AEROGENE INFLUENCE OF XENOBIOTICS ON FORM THE HEALTH OF CHILDRENS

*Rublevska N.I.*





<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-060>

117

LIPID METABOLISM IN THE BLOOD PLASMA OF PATIENTS  
WITH DISSEMINATED PULMONARY TUBERCULOSIS

*Pikas O.B.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit36-00-061>

121

SOME ASPECTS OF LIPID METABOLISM IN PATIENTS WITH  
POLYPS IN THE STOMACH

*Pikas P.B.*



*International periodic scientific journal*

# MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und  
innovative Technologien

Indexed in  
INDEXCOPERNICUS  
high impact factor (ICV: 84.86)

*Issue №36  
Part 3  
December 2024*

Development of the original layout - Sergeieva&Co

Signed: December 30, 2024

*Sergeieva&Co*  
Lußstr. 13  
76227 Karlsruhe  
e-mail: [editor@modernt techno.de](mailto:editor@modernt techno.de)  
site: [www.modernt techno.de](http://www.modernt techno.de)

*Articles published in the author's edition*





**[www.moderntechno.de](http://www.moderntechno.de)**

e-mail: [editor@moderntechno.de](mailto:editor@moderntechno.de)