

OPEN ACCESS  
PEER-REVIEWED JOURNAL

# SCIENCE REVIEW

Scientific Edition  
Published by:



RS **Global**

Open Access Peer-reviewed Journal

# Science Review

3(10), March 2018  
Vol.1

**Chief editor**

**Laputyn Roman**

PhD in transport systems,  
Associate Professor,  
Department of Transport  
Systems and Road Safety  
National Transport University

**Editorial board:**

**Lina Anastassova**

Full Professor in Marketing, Burgas  
Free University, Bulgaria

**Mikiashvili Nino**

Professor in Econometrics and  
Macroeconomics, Ivane Javakhishvili  
Tbilisi State University, Georgia

**Alkhalwaldeh Abdullah**

Professor in Financial Philosophy,  
Hashemite University, Jordan

**Mendebaev Toktamys**

Doctor of Technical Sciences,  
Professor, LLP "Scientific innovation  
center "Almas", Kazakhstan

**Yakovenko Nataliya**

Professor, Doctor of Geography,  
Ivanovo State University, Shuya

**Imangazinov Sagit**

Director, Ph.D, Pavlodar affiliated  
branch "SMU of Semei city"

**Peshcherov Georgy**

Professor, Moscow State Regional  
University, Russia

**Mustafin Muafik**

Professor, Doctor of Veterinary  
Science, Kostanay State University  
named after A.Baitursynov

**Ovsyanik Olga**

Professor, Doctor of Psychological  
Science, Moscow State Regional  
University

**Nino Abesadze**

Associate Professor Tbilisi State  
University, Faculty of Economics and  
Business

**Sentyabrev Nikolay**

Professor, Doctor of Sciences,  
Volograd State Academy of Physical  
Education, Russia

**Harlamova Julia**

Professor, Moscow State University  
of Railway Transport, Russia

**Publisher –**  
RS Global Sp. z O.O.,

Warsaw, Poland

Numer KRS: 0000672864  
REGON: 367026200  
NIP: 5213776394

**Publisher Office's  
address:**

Dolna 17,  
Warsaw, Poland,  
00-773

**Website:**

<https://rsglobal.pl/>

**E-mail:**

[editorial\\_office@rsglobal.pl](mailto:editorial_office@rsglobal.pl)

**Tel:**

+4(822) 602 27 03

All articles are published in open-access and licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0). Hence, authors retain copyright to the content of the articles. CC BY 4.0 License allows content to be copied, adapted, displayed, distributed, re-published or otherwise re- used for any purpose including for adaptation and commercial use provided the content is attributed. Detailed information at Creative Commons site: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Publisher - RS Global  
Country – Poland  
Format: Print and Electronic  
Frequency: monthly  
Content type: Scholarly

## CONTENTS

### PHYSICS AND MATHEMATICS

- Ganna Verovkina**  
THE INTERPOLATION REPRESENTATION OF SOME KINDS OF RANDOM FIELDS..... 3
- Kozak Oksana, Shvedov Anatolij, Trembach Oleksandr, Morus Oleksandr**  
A RECONSIDERATION OF INTERACTION  
OF HIGH ENERGY PROTONS IN ORGANIC TISSUE..... 7

### COMPUTER SCIENCE

- Бударецький Ю. І., Бахмат М. В., Щавінський Ю. В., Олійник М. Я., Биков В. М.**  
ОБҐРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ АСУ РВІА..... 10
- Ліп'яніна Х. В.**  
КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ  
ДЛЯ ПІДТРИМКИ ВИЗНАЧЕННЯ СТРАТЕГІЇ ДІЯЛЬНОСТІ  
ТА РОЗВИТКУ ТУРИСТИЧНО-РЕКРЕАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ..... 17

### TRANSPORT

- Кононенко А. А.**  
РАЗРАБОТКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СТАЛИ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ  
КОЛЕС, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ПОВЫШЕНИЕ ИХ СТОЙКОСТИ  
К ОБРАЗОВАНИЮ ДЕФЕКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ..... 21
- Панчук М. В., Чайковський І. А., Долішній Б. В., Забишний Я. О., Панчук Т. М.**  
ОЦІНКА АДАПТАЦІЇ ВОДІЇВ ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ,  
ЯК ПОКАЗНИК БЕЗПЕКИ РУХУ..... 24

### GEOGRAPHICAL SCIENCES

- Iyus G. P., Goncharova L. D., Kosolapova N. I., Zubkovych C. O.**  
MODERN SEASONAL FEATURES OF THE RISK MODE  
ON THE TERRITORY OF ODESA REGION..... 27
- Ковдерко Владимир Эдуардович**  
КОНТИНЕНТ ЗАГАДОК И ПАРАДОКСОВ..... 34
- Hasanov Maharram Samed, Taghiyeva Umayra Rauf, Ahmadova Jamila Nemat,  
Ahmadova Qamar Beyuk Aqa, Mammadova Afaq Firuddin**  
DYNAMICS OF CLIMATE OF AZERBAIJAN..... 39

### ECOLOGY

- Glibovyt'ska N. I.**  
BIOMONITORING AND METHODS OF GREEN PLANTINGS  
PROTECTION FROM ENVIRONMENTAL HAZARDS..... 44
- Halysh V., Deykun I., Trembus I.**  
CHEMICAL COMPOSITION OF SPENT LIQUORS AFTER PERACID  
DELIGNIFICATION OF PLANT WASTE OF AGRICULTURE..... 47
- Matviichuk B. V., Dovbysh L. L., Orlovskiy M. Y., Kropyvnytskyi R. B., Kravchuk M. M.**  
AGROECOLOGICAL STATE OF SOIL COVER  
OF BEREZNIIVSKYI REGION RIVNE AREA..... 50
- Демеуов С. Н., Досбергенов С. Н.**  
ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ  
ТЕХНОГРУНТОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШИХ АМБАРОВ  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРА АРНА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН..... 55

## THE INTERPOLATION REPRESENTATION OF SOME KINDS OF RANDOM FIELDS

Associate Prof. Ganna Verovkina

Ukraine, Kyiv, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Department of Mathematical Physics

**Abstract.** Paper deals with some interpolation representations of random fields with regular pass of interpolation knots. Research is based on observations of the process and its derivatives of the first, second, third and fourth orders. The function bounded on any bounded region of the complex plane is considered. The estimate of the residual of the interpolation series is obtained. The interpolation formula that uses the value of the process and its derivatives at the knots of interpolation is proved. Considering the separability of the random field the interpolation row converges to the random field uniformly over in any bounded area of changing of parameter is obtained. The main purpose of our work is the obtained convergence with probability 1 of the corresponding interpolation series to the random field in any bounded domain of changes of parameter. Obtained results may be applied in the modern theory of information transmission.

**Keywords:** interpolation, representation, separable, random, field, knot.

**Introduction.** The one of the fundamental results in the Theory of Information Transmission is a theorem of expression of the function with a bounded specter of values in the periodic sequence of initial moments. The significance of that fact was first introduced in [1]. The Theorem of Kotel'nikov-Shannon is generally well-known [2]. In the present time, the investigations related to the construction of interpolation polynoms are attracting significant interest. Many of the questions concerning the construction of a spline approximation as well as a representation of a motion in 3D-modelling with help of interpolation and approximation [3] are investigate. Many questions in modern physics [4] as well as physics of materials [5] and the modern theory of signal transmission [6] are based on the Kotel'nikov-Shannon theorem. The questions of interest are constructing for a separable random field a certain form which with probability 1 has a corresponding interpolation representations. The present work is concerned on the questions stated above.

**Research.** Let  $\xi(\bar{t})$ ,  $\bar{t} \in \mathbb{R}^2$  be a separable random field with  $M\xi(\bar{t}) = 0$ , which has the following representation

$$\xi(\bar{t}) = \int_{\Lambda^2} \prod_{i=1}^2 f_i(t_i, \lambda_i) Z(d\bar{\lambda}), \quad (1)$$

where  $\Lambda$  is some set of parameters,  $\Lambda^2 = \Lambda \times \Lambda$ ,  $Z(d\bar{\lambda})$  - random set function, defined on  $\Lambda^2 = \Lambda \times \Lambda$  and which satisfies

$$MZ(d\bar{\lambda}) = 0, \quad MZ(A_1, A_2) \cdot \overline{Z(B_1, B_2)} = F(A_1, A_2, B_1, B_2), \quad (2)$$

where  $F$  is a positive definite, additive in all arguments complex set function, such that

$$\int_{\Lambda^2 \times \Lambda^2} |F(d\bar{\lambda}, d\bar{\mu})| < +\infty. \quad (3)$$

**Results of the Research.** Let  $f_i(t_i, \lambda_i)$ ,  $i=1, 2, \dots$  be functions, such that each of them can be defined in the complex plane in  $t_i$  to the integer function of exponential type with indicator  $\sigma_i(\lambda_i)$ , which satisfies

$$\sup_{\lambda_i \in \Lambda} \sigma_i(\lambda_i) = \sigma_i < \infty, \tag{4}$$

$$\sup_{\lambda_i \in \Lambda} \sup_{t_i \in \mathbb{R}} |f_i(t_i, \lambda_i)| = L_{f_i} < \infty. \tag{5}$$

The properties of random fields with such representation were investigated in [7, 8]. The following theorem holds true.

**Theorem.** Let  $\xi(\bar{t})$ ,  $\bar{t} \in \mathbb{R}^2$  be a separable random field, which satisfies conditions (1) - (5). Then the following representation holds almost surely

$$\xi(\bar{t}) = \sum_{k_1=-\infty}^{\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{\infty} \xi_{k_1, k_2}(\bar{t}) \omega_{k_1, k_2}(\bar{t}). \tag{6}$$

In (6) functions  $\xi_{k_1, k_2}(\bar{t}) = \xi_{k_1, k_2}(t_1, t_2)$  and  $\omega_{k_1, k_2}(\bar{t}) = \omega_{k_1, k_2}(t_1, t_2)$  have the following representation

$$\begin{aligned} \xi_{k_1, k_2}(\bar{t}) = \xi_{k_1, k_2}(t_1, t_2) &= \xi(t_{k_1}, t_{k_2}) \prod_{i=1}^2 \left( \frac{\alpha_i}{2} - \frac{14}{3} \left( \frac{\alpha_i}{4} \right)^3 (t_i - t_{k_i})^3 \right) + \xi(t_{k_1}, t_{k_2} + \frac{2\pi}{\alpha_2}) \frac{\frac{\alpha}{2} - \frac{14}{3} \left( \frac{\alpha}{4} \right)^3 (t_i - t_{k_i})^3}{t_2 - t_{k_2} - \frac{2\pi}{\alpha_2}} 2 \left( \frac{\alpha_i}{4} \right)^3 (t_2 - t_{k_2})^3 + \\ &+ \xi(t_{k_1} + \frac{2\pi}{\alpha_1}, t_{k_2}) \frac{2 \left( \frac{\alpha_i}{4} \right)^3 (t_i - t_{k_i})^3}{t_1 - t_{k_1} - \frac{2\pi}{\alpha_1}} \left( \frac{\alpha_2}{2} - \frac{14}{3} \left( \frac{\alpha_{2i}}{4} \right)^3 (t_2 - t_{k_2})^3 \right) + \xi(t_{k_1} + \frac{2\pi}{\alpha_1}, t_{k_2} + \frac{2\pi}{\alpha_2}) \prod_{i=1}^2 \frac{\left( \frac{\alpha_i}{4} \right)^3 (t_i - t_{k_i})^3}{t_i - t_{k_i} - \frac{2\pi}{\alpha_i}} + \\ &+ \frac{\partial \xi(t_{k_1}, t_{k_2})}{\partial t_1} \frac{\alpha_1}{2} (t_1 - t_{k_1}) \left( \frac{\alpha_2}{2} - \frac{14}{3} \left( \frac{\alpha_{2i}}{4} \right)^3 (t_2 - t_{k_2})^3 \right) + \frac{\partial \xi(t_{k_1}, t_{k_2})}{\partial t_2} \left( \frac{\alpha_1}{2} - \frac{14}{3} \left( \frac{\alpha_{2i}}{4} \right)^3 (t_2 - t_{k_2})^3 \right) \frac{\alpha_{2i}}{2} (t_2 - t_{k_2}) + \\ &+ \frac{\partial \xi(t_{k_1}, t_{k_2} + \frac{2\pi}{\alpha_2})}{\partial t_1} \frac{\alpha_1 (t_i - t_{k_i})}{t_2 - t_{k_2} - \frac{2\pi}{\alpha_2}} \left( \frac{\alpha_2}{4} \right)^3 (t_2 - t_{k_2})^3 + \frac{\partial \xi(t_{k_1} + \frac{2\pi}{\alpha_1}, t_{k_2})}{\partial t_2} \left( \frac{\alpha_1}{4} \right)^3 (t_1 - t_{k_1})^3 \frac{\alpha_2 (t_2 - t_{k_2})}{t_1 - t_{k_1} - \frac{2\pi}{\alpha_2}} + \\ &+ \frac{\partial^2 \xi(t_{k_1}, t_{k_2})}{\partial t_1^2} \frac{\alpha_1}{4} (t_1 - t_{k_1})^2 \left( \frac{\alpha_2}{2} - \frac{14}{3} \left( \frac{\alpha_{2i}}{4} \right)^3 (t_2 - t_{k_2})^3 \right) + \frac{\partial^2 \xi(t_{k_1}, t_{k_2} + \frac{2\pi}{\alpha_2})}{\partial t_1^2} \frac{\alpha_1 (t_i - t_{k_i})^2}{t_2 - t_{k_2} - \frac{2\pi}{\alpha_2}} \left( \frac{\alpha_2}{4} \right)^3 (t_2 - t_{k_2})^3 + \\ &+ \frac{\partial^2 \xi(t_{k_1}, t_{k_2})}{\partial t_1 \partial t_2} \left( \frac{\alpha_1 \alpha_2}{4} \right) (t_1 - t_{k_1}) (t_2 - t_{k_2}) + \frac{\partial^2 \xi(t_{k_1}, t_{k_2})}{\partial t_2^2} \left( \frac{\alpha_1}{2} - \frac{14}{3} \left( \frac{\alpha_{2i}}{4} \right)^3 (t_2 - t_{k_2})^3 \right) \frac{\alpha_2}{4} (t_2 - t_{k_2})^2 + \\ &+ \frac{\partial^2 \xi(t_{k_1} + \frac{2\pi}{\alpha_1}, t_{k_2})}{\partial t_2^2} \left( \frac{\alpha_1}{4} \right)^3 (t_1 - t_{k_1})^3 \frac{\alpha_2 (t_2 - t_{k_2})^2}{t_2 - t_{k_2} - \frac{2\pi}{\alpha_2}} + \frac{\partial^3 \xi(t_{k_1}, t_{k_2})}{\partial t_1 \partial t_2^2} \left( \frac{\alpha_1 \alpha_2}{8} \right) (t_1 - t_{k_1}) (t_2 - t_{k_2})^2 + \\ &+ \frac{\partial^3 \xi(t_{k_1}, t_{k_2})}{\partial t_1^2 \partial t_2} \left( \frac{\alpha_1 \alpha_2}{8} \right) (t_1 - t_{k_1})^2 (t_2 - t_{k_2}) + \frac{\partial^4 \xi(t_{k_1}, t_{k_2})}{\partial t_1^2 \partial t_2^2} \left( \frac{\alpha_1 \alpha_2}{16} \right) (t_1 - t_{k_1})^2 (t_2 - t_{k_2})^2, \tag{7} \end{aligned}$$



$$\omega_{k_1, k_2}(\bar{t}) = \omega_{k_1, k_2}(t_1, t_2) = \prod_{i=1}^2 \left( \frac{\sin \frac{\alpha_i}{4} (t_i - t_{k_i})}{\frac{\alpha_i}{4} (t_i - t_{k_i})} \right)^3 \frac{\sin \frac{\alpha_i}{4} \left( t_i - t_{k_i} - \frac{2\pi}{\alpha_i} \right)}{\frac{\alpha_i}{2}} . \tag{8}$$

In (7), (8) we take  $t_{k_i} = k_i \frac{4\pi}{\alpha_i}$ ,  $i=1,2,\dots$ , whereas the interpolation knots in (6) form a rectangular grid on a plane

$$\left( k_1 \frac{2\pi}{\alpha_1}, k_2 \frac{2\pi}{\alpha_2} \right), k_1, k_2 \in Z , \tag{9}$$

where  $\alpha_1, \alpha_2$  - are arbitrary real numbers, such that

$$\alpha_1 > \sigma_1, \alpha_2 > \sigma_2, k_1, k_2 \in Z .$$

*Proof:* To prove the statement of the theorem we use the result from the theory of integer functions.

Let  $f_1(t_1, \lambda_1)$  and  $f_2(t_2, \lambda_2)$  be functions, which satisfy the conditions (4), (5). Then

$$f(\bar{t}, \bar{\lambda}) = \prod_{i=1}^2 f(t_i, \lambda_i) = \sum_{k_1=-\infty}^{\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{\infty} f_{k_1, k_2}(\bar{t}, \bar{\lambda}) \omega_{k_1, k_2}(\bar{t}) , \tag{10}$$

where function  $f_{k_1, k_2}(\bar{t}, \bar{\lambda})$  is defined according to (7). Applying the result from [8] we obtain the residual estimate of the interpolation series (10)

$$R_n(\bar{t}) = \sup_{\bar{\lambda} \in \Lambda^2} \left| f(\bar{t}, \bar{\lambda}) - \sum_{k_1=-n}^n \sum_{k_2=-n}^n f_{k_1, k_2}(\bar{t}, \bar{\lambda}) \omega_{k_1, k_2}(\bar{t}) \right| \leq G(\bar{t}) \frac{1}{n} \tag{11}$$

where  $G(\bar{t})$  is the function, which is bounded on every bounded domain of complex plane.

Consider the random field

$$\xi_n(\bar{t}) = \sum_{k_1=-\infty}^{\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{\infty} \xi_{k_1, k_2}(\bar{t}) \omega_{k_1, k_2}(\bar{t}) . \tag{12}$$

According to the representation (1) the random field (12) may be rewritten as follows

$$\xi_n(\bar{t}) = \int_{\Lambda^2} \left( \sum_{k_1=-\infty}^{\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{\infty} f_{k_1, k_2}(\bar{t}, \bar{\lambda}) \omega_{k_1, k_2}(\bar{t}) \right) Z(d\bar{\lambda}) . \tag{13}$$

Applying (1) and (13) we obtain

$$M |\xi(\bar{t}) - \xi_n(\bar{t})|^2 \leq R_n^2(\bar{t}) \int_{\Lambda^2 \times \Lambda^2} |F(d\bar{\lambda}, d\bar{\mu})| . \tag{14}$$

From (14), considering the condition (3) and the estimate (11) we conclude, that the interpolation series (6) converges to the random field  $\xi(\bar{t})$ ,  $\bar{t} \in \mathbb{R}^2$  in mean square. Using the separability of  $\xi(\bar{t})$  and convergence of  $M |\xi(\bar{t}) - \xi_n(\bar{t})|^2$  we infer, that the interpolation series (6)

converges to the random field  $\xi(\bar{t})$  with probability 1 uniformly in variable on every bounded domain of variations of parameter.

**Conclusions.** The research focuses on the modern questions in the theory of stochastic processes. The results in this work are principally new and they are related to the interpolation representations of random fields with regular pass of interpolation knots. The interpolation formula includes the value of the process and its derivatives of the first, second, third and fourth orders. The convergence of the interpolation series to the considered random fields with probability 1 has been proved. The work is a continuation and supplement of previously considered problems [10, 11].

Obtained results can be applied in the construction of spline-approximation and in the modern theory of information transmission. The further research on this problem is planned in order to obtain new schemes of interpolation representations of random fields.

## REFERENCES

1. Kotel'nikov, V. A. (2006). On the transmission capacity of 'ether' and wire in electric communications. *Uspekhi Fizicheskikh Nauk*, 176 (7), 762. doi: 10.3367/ufnr.0176.200607h.0762
2. Hirurhin, Y. I., Yakovlev, V. P. (1962). *Methods of the theory of entire functions in radiophysics, radio and optics theory*. Moscow, 220.
3. Grebenyuk, K. A., (2014) Classical sampling theorem in digital holography. *Journal of Physics: Conference Series*, 536, 012005, 1-3. doi 10.1088/1742-6596/536/1/012005
4. Farrakhov, R. G., Parfenov, E.V., Gusarov, A.V. et al. (2016) Impedance spectroscopy of the process of hard anodizing of aluminum alloys. *Surf. Engin. Appl. Electrochem.* 52: 202. doi: 10.3103/S1068375516020058
5. Kuznetsov, N. A., Sinitsyn, I. N. (2009) Development of Kotel'nikov's sampling theorem. *Uspekhi Fizicheskikh Nauk*, 52 (2), 197. DOI <https://doi.org/10.3367/UFNe.0179.200902j.0216>
6. Meijering, E. (2002). A chronology of interpolation: from ancient astronomy to modern signal and image processing. *Proceedings of the IEEE*, 90 (3), 319–342. doi: 10.1109/5.993400
7. Yaglom, A. M. (1963). *Spectral representations for various classes of random functions*. Vol. 1. Proc. 4-th USSR Math. Congr. Izd. Akad. Nauk SSSR. Leningrad, 250–273.
8. Yadrenko, M. I. (1969). Analytical random fields. *Bulletin of Kiev University. Mathematics and Mechanics*, 1, 56-60.
9. Nagornyi, V. N. (1990). Interpolation representation of stochastic processes along equidistant interpolation knots. *Bulletin of Kiev University. Mathematics and Mechanics*, 32, 82-85.
10. Verovkina, G. V. (2013). The interpolation representation of some classes of random processes. *Mechanics and Mathematics*, 2, 9–11.
11. Verovkina, G. V. (2015). The interpolation representation of some classes of random fields. XVII International Scientific Conference in Honour of Acad. M. Kravchuk, III, 14–16.

## A RECONSIDERATION OF INTERACTION OF HIGH ENERGY PROTONS IN ORGANIC TISSUE

<sup>1</sup>PhD Kozak Oksana,  
<sup>2</sup>PhD Shvedov Anatolij,  
<sup>3</sup>PhD Trembach Oleksandr,  
<sup>4</sup>Morus Oleksandr

Ukraine, Kiev,  
<sup>1</sup>Region Oncology Hospital;  
<sup>2</sup>Institute of Nuclear Research;  
<sup>3</sup>National Cancer Institute;  
<sup>4</sup>Research Support Organization

**Abstract.** *Despite proton therapy has been developing rapidly there are a lot of question which are not solved yet. This particularly applies to the interaction of high energy protons with the particles in organic tissue. The measurements of dose correspond to the measurement of some integral quantity. This happens when all events have already occurred. Under the events we understand all types of interaction in very small times. We believe that it is necessary to revise the outdated concept, which focuses on the proton-electron interaction. We offer our vision of what is happening at high energy proton moving through the organic tissue.*

**Keywords:** *proton therapy, radiotherapy*

*If you only have a hammer,  
you tend to make all problems behave like nails.*

Proton therapy has been developing rapidly. Since the biological efficiency of protons is higher than that of gamma radiation, doses of equal efficiency may be lower resulting in less possible irradiation of healthy tissues. Such a phenomenon as the Bragg peak allows more local irradiation of deep tumors. From this point of view, the healthy organs adjacent to the tumor and, which is more important, distant from it, but located on the path of the radiation beam, are also spared.

Energy determines the mechanism of interaction. And this happens in all possible processes. On the other hand, we can speak about Time of interaction which is inseparably connected with this energy in all aspects. They both reflect the essence of one and the same event and are connected by one conceptual chain.

The whole modern theory of proton therapy is based on the value of the dose, which can be measured accurately enough if defined as energy absorbed per unit volume. In this case, the dose appears as an integral value. Before the measurements some processes occur in tissue and ionization is the result of them. In fact, namely ionization is measured in practice. But for very small times before the moment of measurement, the proton goes a long way, if we consider the world from its point of view. These small times for elementary particles correspond to the whole lived life.

The proton undergoes collisions, transformations, and absorption. Small mysterious entities, which we call elementary, travel in their endless world. But this "elementarity" is a seeming. Studying the behavior of these independent and stubborn creatures, we could be convinced that they not only have consciousness, they create related groups with new properties, but they like to be unpredictable, being at the same time bricks, from which the best comes - life, music, painting, beauty of the world.

A number of laws that create the universe require unconditional submission, they cannot be violated, otherwise our world will fall to pieces. This is the law of energy conservation, momentum, parity, etc. For elementary particles, these are also the laws of conservation of certain inherent qualities. Here the word "devotion" is appropriate. The fidelity to exclusivity.

And the most important, the energy of an elementary particle determines the nature of its interaction and determines the probability of its transformation. And energy itself is an essence. It turns from one species into another, is transferred to other particles, absorbed and again appears in an unexpected appearance. To trace the transformation of energy before the moment of the final ionization is the most important task of proton therapy. Knowing the ways of energy conversion, the process of dose structuring is possible and, as a result, more delicate management of the malignant cell destruction process and the preservation of normal functioning of healthy tissues.



Once again, the times of interactions are determined by the energy participating in the interaction. Nuclear interactions occur during times of order  $10^{-21-23}$  seconds. To build a time hierarchy means to indicate the values of the energies that are involved in interaction. The temporal hierarchy is very important for understanding what is happening. For example, nuclei and electrons live in different energy spaces, and therefore at different stages of time interactions. Electrons, living peacefully on their nuclear shells, react on nuclei interactions with a delay of several time orders.

Each moment of transformation of energy is determined by the previous history. Also the Bragg peak keeps in itself all the previous moments of this history.

And Laws of energy transformation look like the Laws of Buddhist Karma - inexorable, invisible, but still creative power. But this is a separate article.

The task of this article is to return to the formation of ideas on high-energy protons interaction with matter, to analyze the experimental data and, if possible, to systematize them, try to understand what processes occur in organic tissue during high-energy protons movement in very short times before the measurements.

It should be remembered that any model can describe any processes with sufficient accuracy. It is only necessary to introduce several free parameters, the values of which are approved by the experimental data. Moreover it is true when the proposed model functions are basic. But methodology always constrains a problem.

Electrons live in the space which is measured in eV. When a proton with the energy of 250-300 MeV flies by, the electrons don't even notice what is happening. And proton also does not notice them.

All the time of proton movement through organic tissue the key role belongs to nuclear interactions but obviously not to interactions with electrons.

Comparing the eV space with MeV is similar to not only comparing apples and oranges but comparing apples with a snowman...

Ionization occurs on the whole route of proton but not due to Coulomb interactions of the proton with electrons. Coulomb forces start working on the stage when proton has almost lost its energy – in Bragg peak region.

It has to be said that the selection of the right phantom is extremely important. Usage of tissue equivalent phantom or water phantom for measurements ("Sand is not a good replacement of oats" as one of O.Henry's characters used to say) can contain danger to miss the important interaction of the proton with the nuclei of any element missed.

I cannot help saying a few words about the dose determined as energy absorbed per unit volume. Dose occurs on completion of everything although all the most important things happen very quickly in extremely short periods of time. The dose is determined as integral value.

The process of cell damage consists of a set of events that are fundamentally different in terms of its influence on the cell. Maybe the dose needs structuring? Maybe the dose is a matrix or even a tensor?

The cross sections are in fact the probabilities of interaction of a particle with other particles that occur on its path and which are not indifferent to the forces acting between them. The number of these forces is not high. First of all, these are moss-covered Coulomb interaction, nuclear forces, electromagnetic forces, etc. Each of them depends in different ways on the distance between the particles and reacts to certain properties. The nature of these forces is understood very badly. Sometimes it is necessary to assume that some third particle participates in interaction and as a ball in tennis, this third essence connects the players.

Some cross sections may have small values, but as a result a heavy ion appears, which destroys the cell dramatically. How can we evaluate this process: either from the point of view of small probabilities or from the point of view of cell destruction?

In addition, existing nuclear theories are sometimes simply powerless to explain certain facts that have been confirmed experimentally. For example, proton of several hundred MeV strikes a  $^{12}\text{C}$  carbon nucleus knocking out the deuteron, which takes away most of the impulse of the primary proton (20-60 % or more). Understanding this on the basis of traditional models is absolutely incredible! Knocking out a system which binding energy is two orders of magnitude smaller than its kinetic energy is as unlikely as, for example, shooting at glass and not leaving a bullet hole but squeezing this glass completely without breaking it.

The multidimensionality of events is one of the features of the mysterious world of particles. There is an abundance of shades that sometimes cannot find analogies not only in projection of language, but also in the language of formulas. For example, excitations of nuclei are of different types-direct and cluster, which occur with different time parameters and different energy characteristics. Scattering is elastic and quasi-elastic, which can be recognized only by an experienced

physicist. Each event corresponds to a new physical possibility, a mysterious pathway running through the forest of probabilities and branching into unknown world.

In the 30s of the last century, at the peak of the development of nuclear events, mathematicians and physicists wanted to tame the world of elementary particles, to conquer it, that means, to make it predictable. The only way to do this was to create models and it would be better if these models could be understood by a four-dimensional listener. But everyone knows that the correct model have to be flexible and it has to not only explain what have happened, but also predict events that have not yet occurred or not observed.

At the end of the 1920s Thompson's model of the atom still reigned. The shell model timidly offered itself. Neutron was not discovered by Chadwick but predicted by Ukrainian physicist from Kharkiv Ivanenko. The young model won the hearts of physicists, but only because there was nothing else to lean on. But later when growing old, Bethe -Bloch's model simply prevented the scientists from moving forward or perhaps it stopped them from asking themselves a question, if it was really like that?

Maybe everything is completely different? Maybe it's more natural to leave the familiar world and run after a white rabbit and fall into a hole with Alice for unusual adventures with crazy tailors, the duchess and smoking caterpillars?

So, once again, elastic and inelastic interactions occur under proton irradiation of organic tissue. Quasi-elastic (transformation of nuclei, but energy varies very little). Fragmentation of nuclei is a highly probable event.  $\alpha$ - particle,  ${}^6\text{Li}$ ,  ${}^7\text{Be}$ ,  ${}^8\text{B}$ ,  ${}^{11}\text{B}$ ,  ${}^{10}\text{B}$  is a result of fragmentation. Creation of heavy ions in p irradiation is confirmed experimentally.

First- collisions of p and nuclei is a highly ionization process. Interactions happen in nuclear times and before electrons notice the changes in nuclei all shell electrons are remained orphans.

A heavy ion can pass 120 nm, leaving behind cell scrapes.

Interactions are well studied and tabulated for a wide energy in the 60s of last century. Deeply inelastic collisions are probable.

Most probably, contradictionally to adopted opinion, radiobiological efficiency is not an average meaning. It is desirable to distinguish the impact of each process on organic tissue. The contribution to each consequence of interaction can differ considerably. Especially for particles.

The well-known truth is that we think by negations. As soon as their Highness Doubt is expelled from the field of thought, even the truth will become dead. I doubt, therefore, I am.

It is important - in the particle world, all the processes that take place are resonant, which almost serves as a synonym for the word "discrete".

We have almost nothing, or rather do not know anything at all about the shape of the space near the nuclei. In a very small space, incredibly huge energy is concentrated. And with the change in the shape of space, the customary laws that are squeezed into the three straight Euclid axes with an invisible and hopelessly direct axis of time, can change and most likely change.

A few words about Bragg peak. It exists as a proven fact, but how Bragg peak is formed is still unknown. Of course, there is no longer a primary proton in it, and in it all the accumulation of particles that appeared as a result of energy transformation along entire path is concentrated. It is unknown why this final stop occurs with the release of energy.

The composition of the tissue, its density determines the width of the peak. And of course, its existence indirectly speaks of a nuclear type of proton interaction. To involve electrons here is simply indecent. Poor lambs peacefully grazing under supervision of the core, they have nothing in common with all these scandalous events caused by the flight of a proton through organic tissue.

It is common knowledge that energy can be measured by a ruler (16 cm of length corresponds to 6.8 MeV in the chamber). What information can physicist get from the shape of peak and the distance to its final destination?

## REFERENCES

1.T. Bortfeld, R. Jeraj. The physical basis and future of radiation therapy. The British Journal of Radiology, 84 (2011), 485–498.

## ОБҐРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ АСУ РВІА

к. т. н., с. н. с. Бударецький Ю. І.,  
Бахмат М. В.,  
Щавінський Ю. В.,  
Олійник М. Я.,  
Биков В. М.

Україна, м. Львів,  
Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного

**Abstract.** *The article analyzes the current state of decision-making processes in military affairs. The components of the decision support system are defined. The ways of intellectualization of automated control systems for missile forces and artillery are proposed due to the use of methods of statistical analysis, methods of genetic algorithms, simulation modeling, reasoning based on precedents, their shortcomings and positive sides. The necessity of forming a database for the decision support system, taking into account the experience of using missile forces and artillery in armed conflicts of recent years and carrying out anti-terrorist operations, is determined. A common algorithm for the use of the decision support system by commanders and staffs has been created.*

**Keywords:** *decision support system, automated control systems, genetic algorithm, simulation modeling, reasoning based on precedents.*

**Вступ.** Реформування Збройних Сил України проходить в період переходу більшості держав від платформи-центричного принципу ведення військових дій до мережоцентричного, який передбачає об'єднання окремих інформаційних технологій у стійку мережу інформаційного забезпечення для всіх розосереджених сил на всіх рівнях – стратегічному, оперативному, тактичному. По суті, зараз відбувається чергова революція у військовій справі, головною метою якої є широка інформатизація і автоматизація процесів збройної боротьби.

Разом з тим в будь-якому збройному протистоянні важливим фактором залишається співвідношення між потрібним і наявним часом прийняття рішення на відбиття удару противника та необхідність у випередженні і нанесенні превентивного удару.

У зв'язку з високим рівнем відповідальності за результати прийнятих рішень та необхідністю підвищення швидкодії і ефективності процесів прийняття рішень з'явився новий науковий напрямок – інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень (СППР; англ. *Decision Support System, DSS*). Значний вклад у теорію підтримки прийняття рішень та побудови СППР внесли Е. Турбан, Д. Е. Аронсон – у Сполучених Штатах Америки, О. І. Ларичев, Г. С. Поспелов, Е. А. Трахтенгерц – у Росії, В. М. Глушков, А. Г. Ивахненко, А. А. Морозов, Б. М. Герасимов – в Україні та інші провідні вчені.

На сучасному етапі наявний час для прийняття рішення командиром у бою обчислюється хвилинами і прагне до мінімуму, а потрібний визначається багатьма факторами, в тому числі автоматизацією процесу прийняття рішення.

Автоматизація процесу підтримки прийняття рішення є найважливішим напрямком підвищення ефективності управлінської діяльності командирів і штабів. На різних рівнях ієрархії військові керівники управляють військовими організаціями в умовах різного ступеню невизначеності обстановки. На стратегічному рівні вирішують неструктуровані проблеми з найбільшим ступенем невизначеності, на оперативно-тактичному – слабоструктуровані із середнім рівнем невизначеності, на тактичному – структуровані із малим рівнем невизначеності. На кожному рівні величину структурованості та невизначеності повинна компенсувати система підтримки прийняття рішення зі ступенем інтелектуалізації, який протилежний рівню структурованості завдань, що вирішуються [1]. Тому розвитку СППР у ракетних військах і артилерії (РВіА) на всіх рівнях необхідно приділяти увагу нарівні з удосконаленням систем озброєння і їх бойових характеристик.

**Метою** статті є розробка рекомендацій щодо створення вітчизняної СППР.

**Аналіз попередніх досліджень.** Світовий досвід військового мистецтва показує, що існують правила, порядок підготовки бойових дій і послідовність роботи командирів і штабів

при прийнятті рішення і для підвищення оперативності їх роботи важливо створити правильні алгоритми для автоматизації цього процесу. При їх створенні доцільно використати методи, які використовуються вітчизняними та зарубіжними науковцями.

Запропонований більш 20 років тому Джоном Холландом, генетичний алгоритм (ГА), реалізуючи метод випадкового пошуку за аналогією з теорією еволюції Дарвіна, дає можливість знаходити близькі до оптимальних варіанти розв'язання завдання. Суть ГА алгоритму полягає у відборі на кожному кроці кращих пропозицій в рішеннях, які перемішуються («схрещуються») між собою, роблячи доцільніші наступні варіанти. Від отриманих у такий спосіб нових представників очікують ще більш гарних результатів. Процес повторяється кілька раз поки не буде досягнуто максимуму необхідної цільової функції. У військовій СППР ГА повинен використовуватися при плануванні операції та створенні нового оперативного шикуння військ, який би задовольняв максимальній ефективності застосування військ в різних умовах обстановки.

Використання ГА в СППР має свої переваги та недоліки. Перевагою генетичного алгоритму є можливість застосування його для розв'язку складних неформалізованих завдань, для яких не розроблені спеціальні методи, при дуже великих розмірах завдань і відсутності впорядкованості у вихідних даних [5].

Разом з тим ГА не гарантує, що знайдений розв'язок буде оптимальним (прийнятний для пошуку «досить гарного» розв'язку завдання за «досить короткий час»). Він також є неефективним на невеликому просторі пошуку.

Тому на практиці частіше метод імітаційного моделювання (ІМ). Сутність методу ІМ полягає в багатократному виявленні структурних особливостей у даних, що поступають у ході моніторингу із застосуванням концепції баз даних і аналізу тенденцій, на етапі візуалізації виявлених у даних залежностей за допомогою засобів інтелектуального аналізу даних і Олар-Технологій. Основою процедури прийняття рішення у таких системах виступає узагальнена модель об'єкта дослідження, реалізована в СППР на основі комплексу взаємозалежних імітаційних і оптимізаційних моделей з розвиненими динамічними й інформаційними зв'язками між моделями всіх рівнів [6].

Експерт, який готує пропозиції в рішення, приймає активну участь у процесі ухвалення рішення: деталізує проблему й модель, здійснює генерацію альтернатив, постановку спрямованого обчислювального експерименту на імітаційній моделі, вибір і ранжирування критеріїв. Крім того, технологія імітаційного моделювання дозволяє враховувати суб'єктивні переваги експерта і його досвід у питанні ухвалення рішення [7].

Перевагою методу ІМ є те, що імітаційна модель дозволяє точно й адекватно описати процес, що моделюється, вона має гнучкість варіювання структури, алгоритмів і параметрів системи. Недоліком методу ІМ є великі працезатрати на створення моделі й проведення експериментів, а також обробку результатів; приватний характер варіанту рішення при ІМ, тому що він відповідає фіксованим елементам структури, алгоритмам поведінки й значенням параметрів системи.

У системах, для яких характерні велика кількість точок зору на процеси, що відбуваються в них та їх взаємозв'язок, відсутність достатньої кількісної інформації про динамік процесів, а також мінливість характеру процесів у часі, застосовується метод когнітивного моделювання (КМ). У рамках когнітивної моделі інформація про систему представляється у вигляді набору понять і причинно-наслідкових зв'язків, що їх поєднують, називається когнітивною картою та є відображенням суб'єктивних уявлень експерта про закони й закономірності, властиві системі, що моделюється. До когнітивної карти застосовуються методи аналітичної обробки, орієнтовані на дослідження структури системи й отримання прогнозів її поведінки при різних керуючих впливах, з метою синтезу ефективних стратегій керування [8]. Основні поняття й етапи КМ викладені в [9].

Недоліками КМ є обмеженість застосування та неможливість чисельного моделювання поведінки систем, тому що результати виходять якісними

У випадку, коли подібні завдання повинні мати подібні розв'язки (принцип регулярності), види завдань, з якими зустрічається керівник, повинні мати тенденції до повторення, тоді доцільніше застосовувати метод міркування (ММ) на основі прецедентів. Основною метою використання апарату прецедентів у СППР є видача готового варіанту людиною що приймає рішення (ЛПР) для поточної ситуації на основі прецедентів, які вже мали місце в минулому при керуванні даним об'єктом або процесом. Для командирів усіх рівнів використання ММ пов'язане із занесенням в базу даних результатів проведення тактичних навчань, командно-штабних навчань, аналізів застосування військ і досвіду у локальних війнах і конфліктах останніх років.



Суть ММ полягає у визначенні ступеня подібності поточної ситуації із ситуаціями прецедентів з бази правил (БП). При цьому враховуються ваги параметрів для ситуації із БП, задані експертом. Ступінь подібності залежить від близькості поточної ситуації до ситуації прецеденту і може визначатись за допомогою статистичних критеріїв подібності та кореляційного аналізу [10].

Міркування на основі прецедентів може не привести до необхідного розв'язку виниклої проблемної ситуації, наприклад, у випадку відсутності подібної ситуації в БП. Тому необхідно передбачити поповнення БП у процесі застосування ММ [11].

До переваг ММ на основі прецедентів можна віднести наступні аспекти: можливість прямо використовувати досвід, накопичений системою без інтенсивного залучення експерта в тієї або іншої предметній області; можливість скорочення часу пошуку розв'язку поставленого завдання за рахунок використання вже наявного розв'язку для подібного завдання; можливість виключити повторне отримання помилкового рішення; відсутня необхідність повного й поглибленого розгляду знань про конкретну предметну галузь; застосування алгоритму творчого пошуку, що підвищує ефективність вирішення завдань.

До недоліків ММ на основі прецедентів можна віднести наступне: при описі прецедентів звичайно обмежуються поверхневими знаннями про предметну область; велика кількість прецедентів може привести до зниження продуктивності системи; проблематичним є визначення критеріїв для індексації й порівняння прецедентів; проблеми з налагодженням алгоритмів визначення подібних (аналогічних) прецедентів; неможливість отримання рішення, для якого немає прецедентів або ступінь їх подібності (подоби) менше заданого граничного значення.

Там, де потрібно вирішувати завдання прогнозування, класифікації або керування, що актуально при побудові моделей СППР, застосовують нейронні мережі (НМ) та системи з нечіткою логікою (СНЛ). Основні поняття, алгоритми навчання й використання НМ викладені в [12]. НМ дозволяють відтворювати надзвичайно складні залежності та справляються з більшим числом змінних і відзначаються простотою використання. Командир, приймаючи рішення, підбирає потрібні дані, а потім запускає алгоритм навчання і удосконалення потрібного варіанту.

НМ сприятливі для завдань розпізнавання образів, але аналіз навченої мережі досить складний і для користувача представляє собою чорний ящик. При цьому яку-небудь апріорну інформацію (знання експерта) для прискорення процесу її навчання в НМ ввести неможливо.

СНЛ, навпаки, сприятливі для пояснення отриманих з їхньою допомогою висновків, але вони не можуть автоматично здобувати знання для використання їх у процесі здобування висновків. СНЛ доцільно застосовувати для складних процесів, коли немає простих математичних моделей, якщо експертні знання про об'єкт або про процес можна сформулювати тільки в лінгвістичній формі.

Відзначимо, що основними недоліками СНЛ є наступні: вихідний набір нечітких правил, що постулюється, формулюється експертом-людиною й може виявитися неповним або суперечливим; вид і параметри функцій приналежності, що описують вхідні й вихідні змінні системи, вибираються суб'єктивно й можуть виявитися, що не цілком відбивають реальну дійсність.

**Виклад основного матеріалу.** Аналіз показує, що використання СППР дозволить вчасно впоратися з такими труднощами прийняття рішень, як недолік або суперечливість інформації, різноманітність або велика кількість факторів, суб'єктивізм та багато інших. Науковий підхід до її створення СППР у випадку застосування передових технологій і методів дозволить сформувати інтелектуальну автоматизовану систему управління (ІАСУ) РВіА, над якою сьогодні працюють передові країни світу. Структурна схема такої системи наведена на рис.1.

СППР апаратно і організаційно повинна бути об'єднана комутаційними зв'язками (організаційними і технічними) зі всіма підсистемами (рис.1) за допомогою засобів цифрового зв'язку. І, якщо в розробці комплексів засобів автоматизації для частин і підрозділів РВіА, як першого технічного етапу створення ІАСУ, зроблені за допомогою волонтерів перші кроки, то роботи зі створення СППР на тактичному, оперативному-тактичному і стратегічному рівнях для інтелектуалізації АСУ ще не розпочались.

Слід відмітити, що СППР - це складні інформаційно-аналітичні системи, зміст і сутність яких розвиваються разом з розвитком комп'ютерних та мережевих технологій, методів аналізу інформації, та організації управління військовими системами. До складу СППР входять три головні компоненти: база даних (БД), база моделей (БМ) і програмна підсистема, яка складається з системи управління базою даних (СУБД), системи управління базою моделей (СУБМ) та системи управління інтерфейсом між користувачем і комп'ютером [2-4].





Рис. 1. Структурна схема IACU RBiA

БД грає в інформаційній технології СППР важливу роль. Дані можуть використовуватися безпосередньо користувачем для розрахунків за допомогою математичних моделей.

БМ – спеціально організований набір математичних моделей, метою яких є опис і оптимізація процесів чи об'єктів. Використання моделей забезпечує проведення аналізу в системах підтримки прийняття рішень. Моделі, базуючись на математичній інтерпретації проблеми, за допомогою певних алгоритмів сприяють знаходженню інформації, корисної для прийняття правильних рішень. Моделі зберігаються у базі у вигляді командних файлів, спеціальних програм або модулів. Моделі поділяються на оптимізаційні, пов'язані з мінімізацією або максимізацією показників (наприклад, командири часто хочуть знати, які їх дії ведуть до максимізації ефекту або мінімізації втрат), і описові, які описують поведінку деякої системи і не призначені для цілей управління (оптимізації). У СППР база моделей складається із стратегічних, тактичних і оперативних моделей, а також математичних моделей у вигляді сукупності модельних блоків, модулів і процедур, що використовуються як елементи для їх побудови. Для управління базою моделей створюється система управління нею як сукупність програмних засобів і процедур, призначених для створення, зміни, підтримки та маніпулювання моделями. Схема запропонованої військової СППР показана на рисунку 2.

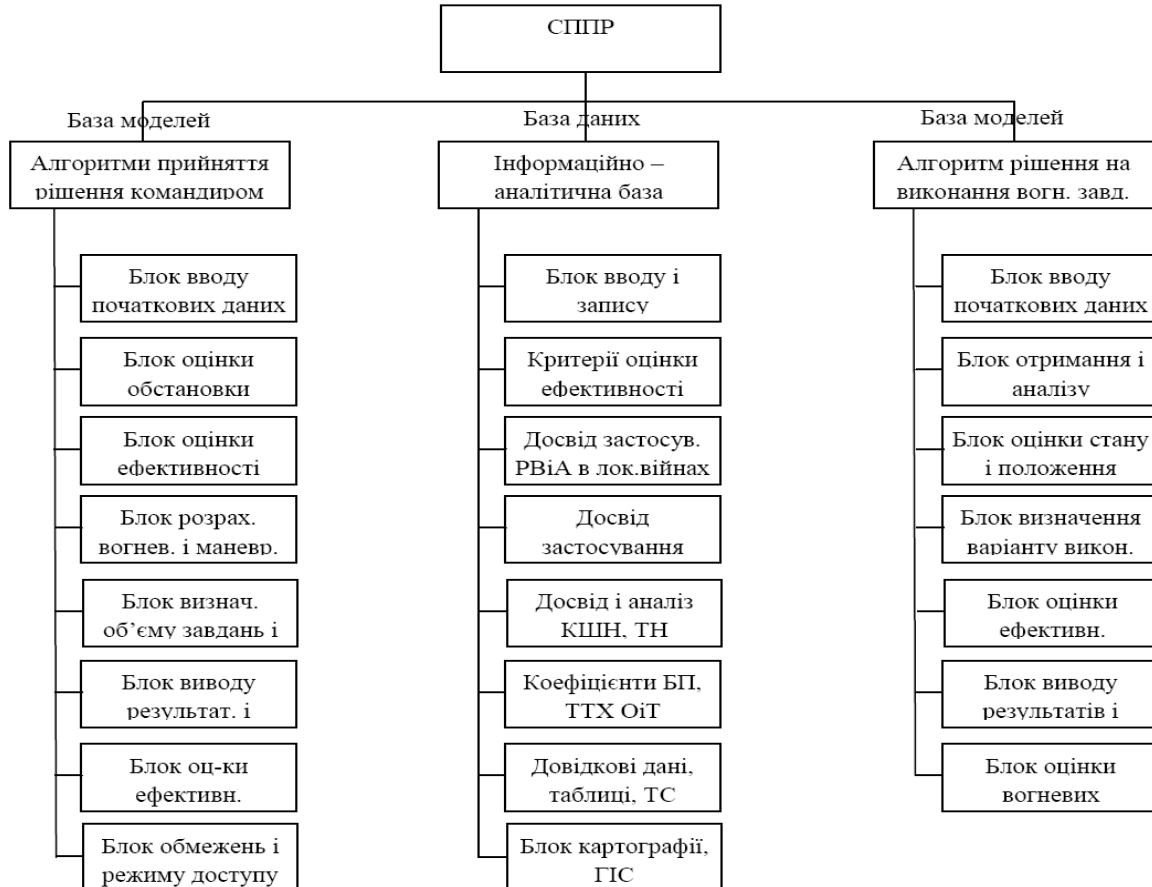


Рис. 2. Схема СППР

Командиру, начальнику, органу управління різного рівня при прийнятті правильного рішення необхідно опиратись на початкові дані (стан, положення, забезпечення частин і підрозділів РВіА), алгоритми, за якими проводити розрахунки.

З метою автоматизації розрахунків на оперативно-тактичному рівні за основу на початковому етапі можна взяти методику оперативно-тактичних розрахунків, методику визначення ефективності артилерійської розвідки. Звичайно, при розробці алгоритмів необхідно врахувати досвід і аналіз застосування РВіА в антитерористичній операції (АТО) на Сході України та застосування РВіА в локальних війнах і конфліктах останніх років [13]. Структурна схема моделі алгоритму використання СППР, що пропонується, наведена на рис. 3.

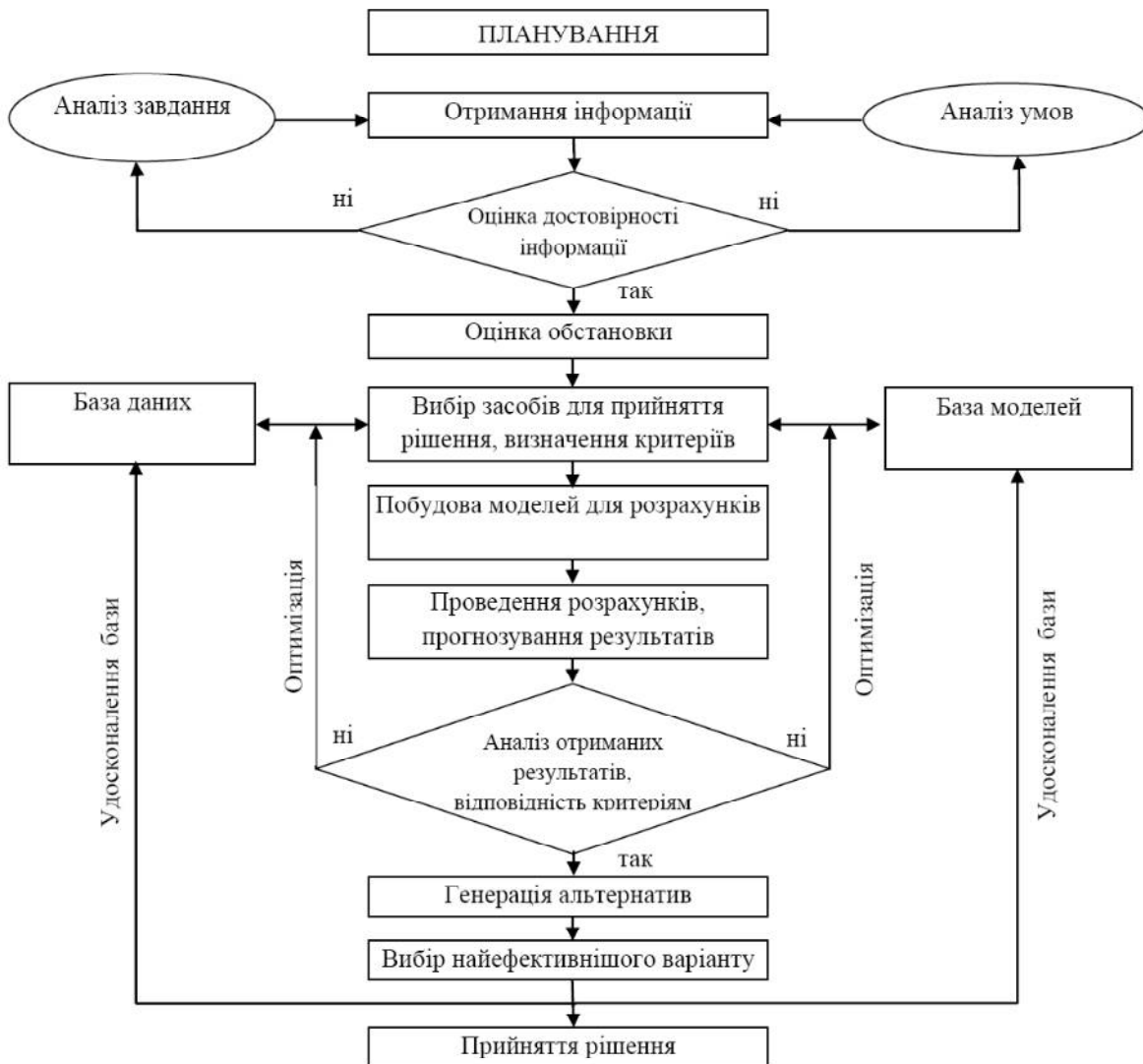


Рис. 3. Структурна схема моделі алгоритму використання СППР

Крім алгоритмів, для СППР потрібна БД, яку вона буде використовувати або в якості початкових даних, або готових варіантів рішень, з якими буде порівнювати. Складовою бази даних будуть також результати, висновки, аналіз та пропозиції командно-штабних навчань і тренувань та тактичних навчань військ різних рівнів від бригади (полку) до оперативного командування та Сухопутних військ.

Безумовно, система повинна мати відповідне програмне забезпечення для виконання необхідних обчислень, роботи з базою даних (про свої війська і війська супротивника, довідковий і інший матеріал), засоби підготовки документів, прийому і передачі даних [14].

У блок отримання та аналізу інформації необхідно включити можливість отримання інформації від космічного, повітряного елементів і елементу наземної розвідки.

При визначенні вигляду СППР необхідно враховувати ряд технічних (потужність і продуктивність обчислювальних засобів та мереж), організаційних (розподіл функцій між обчислювальними засобами і оператором) обмежень, а також обмежень, пов'язаних з обігом електронних документів. Крім того, необхідно обґрунтувати співвідношення централізації в загальній системі управління РВіА і самостійності її елементів у виборі варіантів дій при прийнятті рішення.

При обґрунтуванні складу СППР необхідно прийняти до уваги наступне.

Система функціонує в двох станах - на етапі підготовки до військових дій і в ході військових дій. На етапі підготовки цільова функція системи – прогноз ефективності застосування частин і підрозділів РВіА і прийняття рішення на їх застосування, на етапі ведення - коригування раніше прийнятого рішення та управління підрозділами і частинами в залежності від обстановки, що склалася в умовах обмеження часу. В цьому випадку, особливо в при веденні оборонного бою, рішення, що приймається, потребує не тільки корегування в залежності від дій противника, а й прийняття його заново, відповідно до обстановки, що динамічно змінюється. При цьому, цільову функцію СППР можна визначити як мінімізацію часу для обґрунтування оптимального варіанту бойового порядку угруповання РВіА за рахунок скорочення обсягу ручної праці при виборі ділянки місцевості і проведенні тактичних розрахунків. Вибір варіантів бойового порядку в комплексі з заходами по дезінформації противника і оцінка ефективності кожного з них вручну в умовах обстановки, що динамічно змінюється, не просто ускладнені, а вже неможливі. Необхідні розрахунки на ЕОМ на всю тактичну, оперативну-тактичну, оперативну глибину побудови зони оборони в реальному масштабі часу з урахуванням прогнозу розвитку бойових дій.

Таким чином, за результатами проведеного огляду сучасні СППР повинні мати наступні властивості:

- СППР надає командирам усіх рівнів допомогу у процесі прийняття рішень і забезпечує підтримку у всьому діапазоні контекстів задач. Думка керівника та інформація, що генерується ЕОМ, являють єдине ціле для прийняття рішень;

- СППР підтримує і посилює (але не змінює і не відмінює) міркування та оцінку командира. Контроль залишається за керівником;

- СППР підвищує ефективність прийняття рішень. На відміну від штабних адміністративних систем, де робиться акцент на аналітичному процесі, у СППР важливішою є ефективність процесу прийняття рішень;

- СППР виконує інтеграцію моделей і аналітичних методів із стандартним доступом до даних і вибіркою з них. Для надання допомоги при прийнятті рішень активується одна або декілька моделей. При цьому вміст БД охоплює історію поточних і попередніх операцій, а також інформацію зовнішнього характеру та інформацію про обстановку.

**Висновки.** Нові концепції ведення бойових дій, удосконалення форм і способів застосування військ, висока технологічність засобів збройної боротьби в обстановці, що динамічно змінюється, потребують швидкості та якості прийняття управлінського рішення командирами всіх рівнів, інтелектуалізації систем управління.

На підставі аналізу відомих методів і алгоритмів побудови СППР запропонований комплексний алгоритм, який, на відміну від існуючих, дозволяє суттєво підвищити оперативність, адекватність змінам обстановки і інтелектуальність процесу прийняття рішення командирами всіх рівнів. Використання цих факторів в СППР дозволить впоратися з такими труднощами прийняття рішень, як недолік або суперечливість інформації, різноманітність або велика кількість факторів, суб'єктивізм і багатьма іншими.

Тому, основною задачею сьогодні в рамках створення ІАСУ РВіА є розробка програмно-алгоритмічних та програмно-апаратних засобів СППР на основі знань, накопичених спеціалістами – експертами, досвіду застосування РВіА в конфліктах і локальних війнах, АТО та сучасних обчислювальних засобів для обробки інформації в реальному часі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимов Б. М. Интеллектуальні системи підтримки прийняття рішень: Навч. посібник / Б. М. Герасимов, В. М. Локазюк, О. Г. Оксіюк, О. В. Поморова. – К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2007. – 335 с.
2. Power D. J. A Brief History of Decision Support Systems. DSSResources.COM, World Wide Web, <http://DSSResources.COM/history/dsshhistory.html>, version 2.8, May 31, 2003.
3. Druzdzel M. J., Flynn R. R. Decision Support Systems. Encyclopedia of Library and Information Science. - A. Kent, Marcel Dekker, Inc., 1999.
4. Power D. J. "What is a DSS?" // The On-Line Executive Journal for Data-Intensive Decision Support, 1997. – v. 1. - N3.
5. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский П. Нейронні мережі, генетичні алгоритми й нечіткі системи. – 2-е изд. – М.: Горячая линия – Телекому, 2008. – с. 452.
6. Личкіна Н. Н. Сучасні технології імітаційного моделювання і їх застосування в інформаційних бізнес-системах і системах підтримки прийняття розв'язків [Електронний ресурс]. – Режим доступу:[http://it-claim.ru/Library/Books/SC/articles/sovremennye\\_tehnologii\\_immitacionnogo/sovremennye\\_tehnologii\\_immitacionnogo.html](http://it-claim.ru/Library/Books/SC/articles/sovremennye_tehnologii_immitacionnogo/sovremennye_tehnologii_immitacionnogo.html)
7. Стрoгалев В. П., Толкачевa В. О. Імітаційне моделювання. – МГТУ ім. Баумана, 2008. – с. 737.
8. Гулаков В. К., Лагєрев Д. Г., Подвесовский А. Г. СППР на основі когнітивного моделювання «ГОЛКА» / Гулаков В. К., Лагєрев Д. Г., Подвесовский А. Г. // Програмні продукти й системи. – 2007. – № 3. – С. 12.
9. Авдєєв З. К., Коврига С. В., Макаренко Д. І. Когнітивне моделювання й розв'язок завдань керування слабоструктурованими системами (ситуаціями) // Керування більшими системами. Вып. 16. - М.: ИПУ РАН, 2007.
10. А. Наследов. SPSS. Компьютерный анализ данных в психологии и социальных науках. 2-е изд. – Спб.; Питер, 2007. - 416 с.
11. Варшавський П. Р. Механізми правдоподібних міркувань на основі прецедентів (накопиченого досвіду) для систем експертної діагностики // 11-я національна конференція КИИ-2008: Праці конференції. В 3-х т., Т. 2. – М: Ленанд, 2008. – С. 321 – 329.
12. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский П. Нейронні мережі, генетичні алгоритми й нечіткі системи. – 2-е изд. – М.: Горячая линия – Телекому, 2008. – с. 452.
13. Щавінський Ю. В. Відпрацювання алгоритмів розрахунку даних для підвищення ефективності вогневого ураження великорозмірних цілей. / Ю. В. Щавінський // Науково-технічний журнал «Біоніка інтелекта».- 2015. №2(85). – С. 120–126.
14. Бударецький Ю. І. Вплив засобів автоматизації управління підрозділами і вогнем вогнем артилерії на ефективність її застосування / Ткачук П. П., Бударецький Ю. І., Щавінський Ю. В., Прокопенко В. В. // Військово-технічний збірник «Бойове застосування ОВТ» / НАСВ. – №12.– Львів, 2015.– С. 75-82.

# КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ВИЗНАЧЕННЯ СТРАТЕГІЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА РОЗВИТКУ ТУРИСТИЧНО-РЕКРЕАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

викл. Лип'яніна Х. В.

Україна, Тернопіль, Тернопільський національний економічний університет

**Abstract.** The article contains the necessary stages, mathematical and statistical methods, modern information technologies for the functioning of the tourism industry in which analytical reporting is carried out. On the basis of the methods discussed in the author's previous works, namely: impulse modeling of scenarios for the development of the tourist-recreational complex; modeling the attractiveness of investment in tourism; modeling the forecasting of demand for tourism; analysis of the activity of tourist and recreational facilities of administrative regions of Ukraine; technology of analysis of tourist recreation on the basis of spatial data. The architecture of the typical informational and analytical system supporting the definition of the strategy of activity and development of tourist-recreational objects is structured. Determined further directions of use of information-analytical systems in conjunction with dynamic simulation models.

**Keywords:** information system, tourist-recreational complex, conceptual model, clusterization, tourism.

**Вступ.** Розвиток туристичного бізнесу є неможливим без запровадження новітніх інформаційних технологій, які забезпечують: інтеграцію і зв'язок, модернізують якість та безпеку туристичних послуг, передачу великого об'єму інформації, збільшення швидкості обслуговування та ефективність, можливість враховувати потреби кожного індивідуального клієнта, ефективний зворотній зв'язок.

Серед програмних засобів для моделювання діяльності та розвитку туристично-рекреаційних об'єктів можна виділити: UrbanSim, LEAM, MOLAND, SLEUTH.

Проведений огляд інформаційного забезпечення показав, що існуючі Інформаційні системи (ІС) не дають змогу комплексно вирішувати питання стратегії діяльності та розвитку туристично-рекреаційних об'єктів, хоча воно є актуальним для органів місцевого самоврядування, керівників туристичних підприємств, менеджерів, інвесторів.

**Результати дослідження.** Розгляд робіт [4-7] показав, що інформаційна система має складатись з таких компонентів: підсистеми консолідації і очистки даних, підсистеми моделювання, підсистеми рекомендацій до формування стратегії розвитку туристично-рекреаційних об'єктів.

На рис. 1 відображено діаграму потоків даних для підтримки визначення стратегії діяльності та розвитку туристично-рекреаційних об'єктів.



Рис. 1. Концептуальна модель інформаційної системи для підтримки визначення стратегії

З рис. 1 видно, що на першому етапі користувач повинен зібрати потрібні дані, для побудови моделі: експертні оцінки, дані з ТРК (туристично-рекреаційного комплексу), дані з Державної служби статистики України та геодані.

На наступному кроці у підсистемі консолідації і очистки даних (рис.2), у зв'язку з тим, що дані до 2015 року на сайті Державної служби статистики України подаються лише в



форматі Portable Document Format (PDF), тому потрібно за допомогою програм для розпізнавання тексту перетворити документи.

Далі дані проходять оцінку якості та проводиться їх очистка. Після чого дані передаються в базу даних. Файли БД краще підтримують цілісність структури даних, оскільки тип і властивості їх полів жорстко задаються при побудові таблиць. Однак для створення та адміністрування БД потрібні фахівці з більш високим рівнем підготовки, ніж для роботи з популярними офісними додатками.

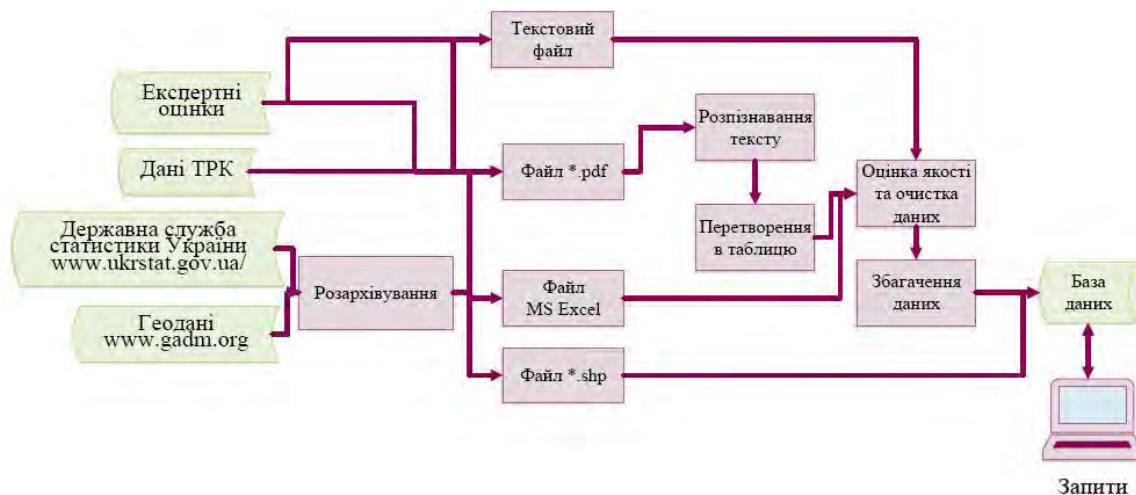


Рис. 2. Підсистема консолідації та очистки даних інформаційної системи для підтримки визначення стратегії

На наступному етапі потрібно провести побудову моделі, на основі розглянутих методів у попередніх роботах автора, а саме: модель 1 - імпульсне моделювання сценаріїв розвитку туристично-рекреаційного комплексу; модель 2 - моделювання привабливості інвестицій у туризмі [3]; модель 3 - моделювання прогнозування попиту на туризм [2]; модель 4 - аналіз діяльності туристично-рекреаційних об'єктів адміністративних регіонів України [1]; модель 5 - технологія аналізу туристичних рекреацій на основі просторових даних. Відповідно до параметрів моделей з бази даних визначаються вхідні параметри. До методів, що використані в підсистемі моделювання, використовуємо агентне моделювання, математичне моделювання, авторегресійне моделювання, метод самоорганізованих Карт Кохонена та просторова автокореляції на основі Індексу Морана.

Модель 1. Для аналізу динаміки поведінки когнітивних карт використовується математичний апарат імпульсних процесів. Апарат імпульсних процесів дозволяє прогнозувати значення концептів у дискретні моменти часу. З цією метою треба зробити певні припущення щодо впливу змін значень параметра деякого концепту на параметри інших (далі такі припущення називатимемо правилами зміни значень параметрів концептів). Вибір таких правил має важливу роль. Згідно з розробленим механізмом стратегічного управління туристично-рекреаційного комплексу в даному дослідженні використовується когнітивний підхід, описаний раніше. Автором проведено когнітивне моделювання управління розвитком туристично-рекреаційного комплексу, та виділено такі етапи когнітивного моделювання: розроблення когнітивної карти розвитку туристично-рекреаційного комплексу в Тернопільській області; визначення основних факторів, управління якими приведе до бажаних результатів функціонування туристично-рекреаційного комплексу; імпульсне моделювання і сценарні дослідження.

Модель 2. Розглянуто динамічну модель привабливості інвестицій у туризмі, основною задачею якої є розподіл наявних коштів на розвиток окремих секторів туризму. У динамічному критерії оптимальності розвитку туристичного об'єкта необхідно порівняти й оцінити поточні витрати та інвестиції в нове будівництво і реконструкцію його об'єктів з результатами функціонування за період розвитку туристичного об'єкта і виходу його на оптимальний режим функціонування.

Модель 3. Аналіз та прогнозування попиту є найважливішими складовими елементами стратегічного планування розвитку підприємств і галузі туризму в цілому, оскільки попит на послуги

в цій сфері є домінантним фактором, що визначає потенціал їх розвитку. Проведено регресійний аналіз, процесі виявлення кореляційно-регресійних зв'язків між результативним показником і факторними величинами. Крім побудови економіко-математичної моделі, було розраховано коефіцієнт множинної регресії, коефіцієнт детермінації, стандартну помилку, -критерій Стюдента.

Модель 4. Алгоритм функціонування самоорганізуючих карт (Self Organizing Maps - SOM) являє собою один з варіантів кластеризації багатовимірних даних. Важливою відмінністю алгоритму SOM є те, що в ньому всі нейрони (вузли, центри класів) впорядковані в деяку структуру (зазвичай двовимірну сітку). При цьому в ході навчання модифікується не тільки нейрон-переможець, а й його сусіди, але в меншому ступені. За рахунок цього SOM можна вважати одним з методів проектування багатовимірного простору в простір з більш низькою розмірністю. При використанні цього алгоритму вектора, схожі в вихідному просторі, виявляються поруч і на отриманій карті. Проведено кластеризацію даних за доходами, видатками та кількістю туристів за різними видами туризму протягом з 2011–2017 рр.

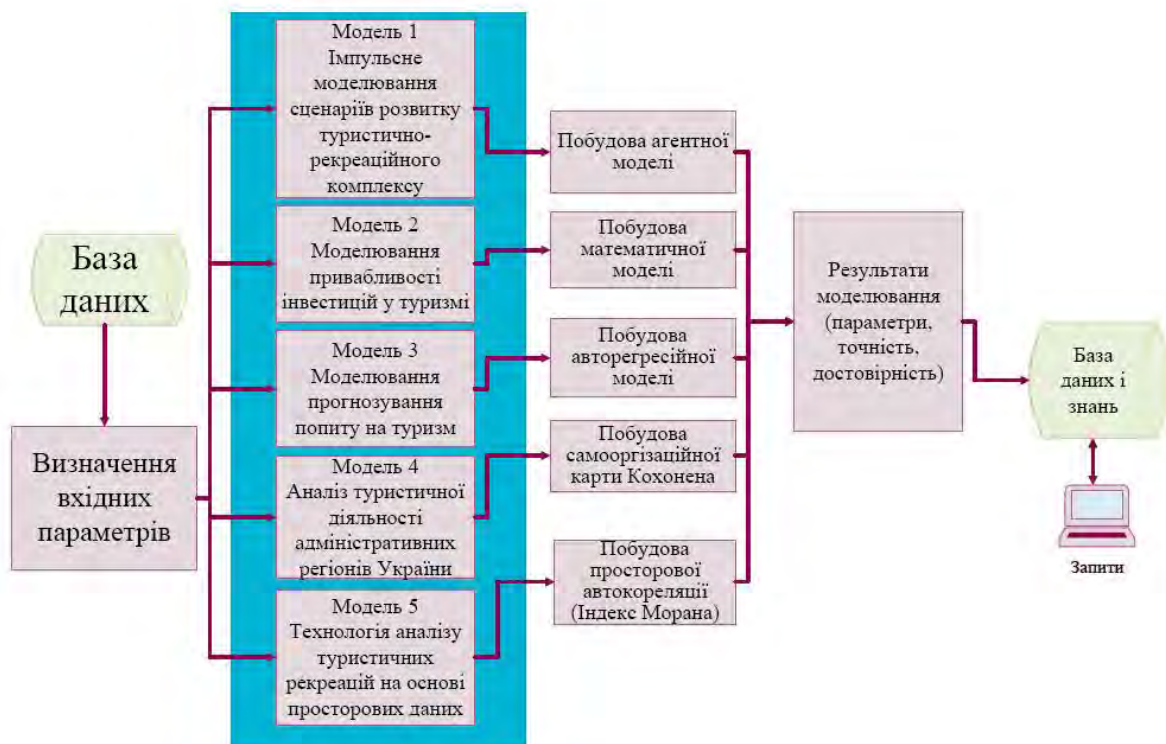


Рис. 3. Підсистема моделювання в моделі інформаційної системи для підтримки визначення стратегії

Модель 5. Аналіз територіального розміщення об'єктів ґрунтуються на використуванні гео-інформаційних технологій. Розроблено програмний модуль для побудови моделі кластеризації географічних об'єктів та автоматизованої побудови тематичних карт. За допомогою створення ваг, виокремлено види просторової суміжності. Досліджено питання математичного аналізу географічної інформації за допомогою методу просторової автокореляції. Визначено кластери процесів потоку туристів у регіонах України на основі діаграми розсіювання Морана. Встановлено що існує деякий розкид значень туристичних потоків за регіонами, що впливає на точність аналізу. Отримані результати можуть бути використані при оцінці збалансованості розвитку туризму по регіонах і формування механізмів згладжування впливу зовнішніх шоків на економічну динаміку. Подальшими напрямками досліджень є перевірка гіпотез про характер просторових взаємодій.

За відповідними, до моделювання, методами розраховано результати та виведено у вигляді графіків, діаграм та карт.

На рисунку 4 представлено завершальний етап моделі інформаційної системи для підтримки визначення стратегії розвитку туристично-рекреаційних об'єктів. В якому на основі отриманих результатів сформовано основні рекомендації, щодо стратегії розвитку ТРК. Для цього побудовано систему моделей розвитку привабливості культурно-пізнавального туристичного об'єкта та проведено аналіз результатів кластеризації.



Рис. 4. Підсистема формування рекомендацій в моделі інформаційної системи для підтримки визначення стратегії

За результатами побудованих моделей кластеризації показників туристичного потенціалу Тернопільської області були згруповані у 4 кластери з рівнем значущості 0,01 % (таб.1).

Таблиця 1. Результати кластеризації показників туристичного потенціалу Тернопільської області

Кластер 0	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3
Підгаєцький	Бучацький	Кременецький	Бережанський
Козівський	Теребовлянський	Гусятинський	Заліщицький
Лановецький	Зборівський	Збаразький	Чортківський
	Підволочиський	Тернопільський	Монастирський
		Борщівський	Шумський

**Висновки.** Таким чином, у статті визначено сутність елементів та етапів бізнес-аналітики, під час проходження яких, дані структуруються з проблемами предметної області, перетворюються в стратегічну інформацію за рахунок пошуку тенденцій, що готує основу для центрального етапу процедури прийняття рішень – моделювання, що підтримується сучасною технологією комп'ютерного моделювання.

Експериментальні розрахунки на матеріалах Тернопільщини показали, що запропонований інструментарій є зручним і практично реалізованим на базі сучасних комп'ютерів засобом для розрахунків ефективних стратегій розвитку туризму в туристично-рекреаційного комплексу. Розроблена ІС може бути застосована в комітетах по туризму для дослідження туризму в туристично-рекреаційних комплексах та обґрунтування темпів і напрямів розвитку туризму у своїх регіонах.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Лип'яніна Х. В. 2016. Кластерний аналіз діяльності туристично-рекреаційних об'єктів адміністративних регіонів України. Науковий вісник НЛТУ України: Серія економічна. – Львів : РВВ НЛТУ України. №26. 277–282.
2. Лип'яніна Х. В. 2016. Модель обсягу та якості туристичних послуг. IV Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції економічного спрямування «Перспективи створення сильної економіки для сучасної України». 1. 80–81.
3. Лип'яніна Х. В. 2015. Математична модель привабливості інвестицій в туризм. / Христина Володимирівна Лип'яніна. Вісник академії праці і соціальних відносин Федерації профспілок України. №3. 88–92.
4. Waddell P. 2011. Integrated land use and transportation planning and modeling: addressing challenges in research and practice. Transport reviews. №31(2). 209 – 229
5. Офіційний веб-сайт науково-дослідного інституту системних знань. <http://www.riks.nl>.
6. Twumasi B. 2008. Recommendations for Further Improvement to the MOLAND Model. Urban Institute Ireland Working Paper Series. №1. 1-7.
7. Dietzel C. 2007. Toward Optimal Calibration of the SLEUTH Land Use Change Model. Transactions in GIS. №11(1). 29-45.
8. Концепція реставрації та пристосування замку. Архітектурна майстерня Юрія Вербовецького. 2012. [http://nzzt.com.ua/print.php?type=A&item\\_id=91](http://nzzt.com.ua/print.php?type=A&item_id=91).

## РАЗРАБОТКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СТАЛИ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЁС, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ПОВЫШЕНИЕ ИХ СТОЙКОСТИ К ОБРАЗОВАНИЮ ДЕФЕКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ

к. т. н. Кононенко А. А.

Украина, Днепр, Институт черной металлургии им. З. И. Некрасова НАН Украины

**Abstract.** It was found that the chemical composition of the wheel steel together with the heat treatment of railway wheels, is one of the main factors determining their properties, and its improvement - an effective way to improve the reliability and durability of these products. Produced advanced smelting ingots with different alloying systems. It was found the effect of chemical composition on the mechanical properties and microstructure of steels for railway wheels. Proposals for changes in the chemical composition of steel railway wheels, based on the operating conditions and the results of analyzes to improve the resistance to the formation of defects on its running surface. Recommendations on the best structural state in the rim of a railway wheel, which enhances their useful life.

**Keywords:** railway wheel, chemical composition, defect on the rolling surface, dredging, phase transformations.

**Введение.** Высокие требования, предъявляемые к эксплуатационной надежности и долговечности железнодорожных колес, предопределяются их ответственным назначением в структуре подвижного состава, непосредственным влиянием на безопасность движения и сложными, специфическими условиями эксплуатации.

За последние десятилетия железнодорожный путь претерпел существенную модернизацию. Это изменило условия работы колесных пар в эксплуатации. Увеличившаяся жесткость пути отразилась на состоянии рабочих поверхностей колес. За последние годы доля обточек по выщербинам увеличилась почти в 2 раза. Неэкономичный метод восстановления профиля катания колес обточкой ведет к существенному сокращению расчетного срока службы колесной пары. В связи с этим возникла необходимость в разработке мероприятий по устранению причин, приводящих к образованию этих дефектов.

Из существующих типов выщербин наиболее распространенными, являются дефекты, которые образовались в результате разогрева поверхности катания колеса при торможении, при этом образованию выщербины предшествует возникновение на поверхности катания ползуна. Известно, что на образование выщербин влияет целый ряд факторов эксплуатационного и материаловедческого характера [1, 2]. К первым относятся интенсивность торможения, скорость движения вагона, состояние тормозной системы и др. Материаловедческим фактором в первую очередь является химический состав колесной стали.

**Результаты исследования.** Для проведения исследований закономерностей образования наиболее распространенных эксплуатационных дефектов были отобраны колеса из стали марки «Г» и марки «2» (ГОСТ 10791-2011) с дефектами на поверхности катания. Несмотря на выявленные некоторые отличия по внешнему виду характера выщербин и структурным различиям металла в зоне, прилегающей к областям, содержащим указанный дефект, для колес различных марок, природа образования указанного дефекта одинакова. Механизм его образования можно представить следующим образом. При эксплуатации в процессе торможения колеса в зоне контакта с рельсом происходит высокотемпературный быстрый нагрев металла обода выше  $A_{c3}$  и последующее его охлаждение. В этих областях происходит фазовая перекристаллизация металла, и образуется новая структурная составляющая – так называемый бесструктурный мартенсит, или «гарденит» [6]. Структурные превращения в локальных областях обода колеса приводят к объемным изменениям, вызывающим внутренние напряжения, ослабление межзеренных и межфазных связей между основным металлом и новой структурной составляющей и, как следствие, появление микротрещин. Высокие, ударные и циклические нагрузки облегчают зарождение и рост микротрещин и приводят к тому, что под действием касательных контактных напряжений в зоне контакта «колесо-рельс» с поверхности обода колеса скалываются частицы новой фазы.

Исследования микроструктуры в области дефекта «выщербина на ползуне» показали, что в поверхностных слоях обода присутствуют трещины различной длины, распространяющиеся от поверхности катания вглубь обода. Как правило, трещины,



образовавшиеся на поверхности катания колеса, проникают в глубь обода практически перпендикулярно к поверхности катания на глубину, соответствующую толщине металла, претерпевшего изменения в процессе эксплуатации, а затем изменяют направление своего движения почти на  $90^\circ$  и распространяются вдоль границы между белым слоем и металлом, не претерпевшим структурные изменения в процессе эксплуатации [4, 5].

Еще одним механизмом образования выщербин на поверхности катания колес является усталостное разрушение. Контактные напряжения приводят к образованию сетки усталостных трещин, от которых со временем начинают разрастаться более крупные трещины. Это разрастание в значительной степени зависит от таких эксплуатационных параметров, как скорость движения, сила тяги, степень использования сил сцепления и проскальзывания. Таким образом, контактно-усталостные выкрашивания могут привести к изломам, представляющим макроскопический откол, классифицируемый как выщербина, которое приводит к необходимости преждевременной обточки колесных пар.

При исследовании металла ободьев колес различного химического состава установлено, что образование выщербин усталостного происхождения не связано с возникновением новой фазы. Зарождение трещины может происходить на некотором углублении от поверхности катания в области с неблагоприятной системой напряжений, например в месте скопления неметаллических включений, являющихся концентраторами напряжений. Далее развитие трещин происходит в направлении к поверхности катания с выбрасыванием боковых ответвлений от магистральной трещины.

В случае зарождении усталостной трещины на поверхности катания, ее развитие вглубь обода колеса связано с пластической деформацией близлежащих микрообъемов металла, а движение ее происходит в направлении ликвации.

По результатам аналитических исследований были определены основные направления по изменениям химического состава стали для железнодорожных колес [3]. Было установлено, что:

- повышение содержания марганца в колесной стали от 0,6 до 1,4 % сопровождается ростом прочностных характеристик за счет увеличения количества перлита и снижения количества доэвтектоидного феррита благодаря увеличению устойчивости аустенита, понижающего температуру его распада. Пластические свойства стали с содержанием марганца до 1,2–1,6 % находятся на относительно высоком уровне. Повышенное содержание марганца положительно сказывается и на термостойкости колес при низком и высоком содержании углерода;

- повышение содержания кремния до 1,7 % в стали с 0,4 % С незначительно повышает прочностные характеристики кремнистой стали и практически не сказывается на ее пластических свойствах. Данные о влиянии повышенного содержания кремния в колесной стали с более высоким содержанием углерода на эксплуатационные свойства отсутствуют.

Следует подчеркнуть, что применяемые в настоящей работе такие легирующие элементы как марганец и кремний, оказывают различное и во многом противоположное влияние на структуру и свойства сталей. Так марганец понижает значения критических точек  $A_{c1}$  и  $A_{c3}$ , стабилизирует аустенит, повышает его устойчивость, а кремний, наоборот, повышает значения этих критических точек, снижает устойчивость аустенита, стабилизирует феррит. Поэтому необходимо учитывать взаимное влияние этих элементов при их совместном введении в сталь, и правильно определить их оптимальное содержание в стали.

В лабораторных условиях были выплавлены слитки малого объема диаметром 80 мм с повышенным содержанием марганца и кремния, проведены опыты по горячей пластической деформации, которая проводилась путем осадки на величину деформации 50 %. Исследовали механические свойства и структурное состояние опытных сталей после их термической обработки. Для производства железнодорожных колес с твердостью не ниже 320 НВ можно рекомендовать для опытно-промышленного опробования сталь следующего химического состава: С=0,54-0,60 %; Mn=0,90-1,10 %; Si=0,70-0,90 %; V= 0,07-0,12 %.

В работе были проведены сравнительные исследования стойкости к термическому воздействию железнодорожных колес, изготовленных из различных марок стали. Исследования проводились на образцах, вырезанных из ободьев железнодорожных колес марки «Г» и марки «2» (ГОСТ 10791:2011), производства ПАО «ИНТЕРПАЙП НТЗ», а также опытных колес марки «К».

Основными показателями, характеризующими стойкость колесной стали к образованию дефектов теплового воздействия, являются твердость образовавшегося «белого слоя» и его толщин и микроструктура.

Результаты металлографических исследований свидетельствуют о том, что независимо от содержания углерода в стали для железнодорожных колес, в поверхностных слоях исследуемых образцов образуется слабо травимая область (белый слой) с повышенной твердостью и структурой высокоуглеродистого мартенсита. С удалением от контактной поверхности количество мартенсита уменьшается, а количество избыточного феррита



увеличивается. Структура основного металла представляет собой перлит с небольшим количеством доэвтектоидного феррита.

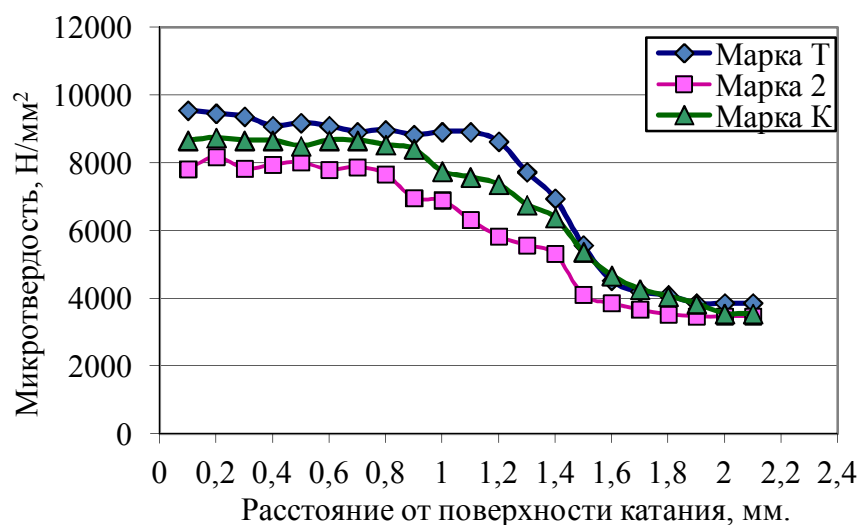


Рис. 1. Изменение микротвердости по сечению образцов ободьев колес марок «2», «Т» и «К» после торможения на лабораторном стенде

На рис. 1 представлен график изменения микротвердости в образцах, вырезанных из ободьев колес марок «2», «Т» и «К» после торможения на лабораторном стенде.

Как следует из этих зависимостей, глубина мартенситного слоя на поверхности катания исследуемых образцов равна 0,8 мм 0,9 мм 1,3 мм для сталей марки «2», «К» и «Т» соответственно. Это означает, что чувствительность к термическому воздействию сталей «2» и «К» отличается незначительно (примерно на 12 %). В то же время чувствительность к термическому воздействию стали марки «К» в сравнении со сталью «Т» ниже примерно на 44 %. Второй положительной особенностью марки «К» в сравнении с маркой «Т» является более низкий уровень микротвердости ее мартенситного слоя.

**Выводы.** Разработан химический состав стали для железнодорожных колес, обеспечивающий повышенную стойкость к образованию выщербин теплового происхождения в процессе эксплуатации. Произведены лабораторные плавки, разработаны рациональные режимы термического упрочнения железнодорожных колес из опытной стали. Показано снижение чувствительности к термическому воздействию на 44 % по сравнению со сталями, применяемыми для производства железнодорожных колес по ГОСТ 10791-2011.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Контакт-усталостное повреждение колес грузовых вагонов/ Труды ВНИИЖТ; под ред. С. М. Захарова.- М.: Интекст, 2004.- 160 с.
2. "Інструкція з формування, ремонту та утримання колісних пар тягового рухомого складу залізниць України колії 1520 мм" 305-Ц Міністерство транспорту України, Державна адміністрація залізничного транспорту України, Укрзалізниця 2001 р.
3. Колесная сталь / Узлов И. Г., Гасик М. И., Есаулов А. Т. и др. – К.: Техник, 1985. – 168 с.
4. Исследование причин образования дефектов на поверхности катания высокопрочных колес в процессе эксплуатации / А. И. Бабаченко, А. А. Кононенко, Ж. А. Дементьева, П. Л. Литвиненко, А. В. Кныш // Залізничний транспорт України. - 2010. - № 5. - С. 35-38.
5. Исследование причин образования дефектов на поверхности катания высокопрочных колес в процес се эксплуатации и разработка рекомендаций по их уменьшению / А. И. Бабаченко, И. Г. Узлов, А. А. Кононенко, А. В. Книш // Материалы международного конгресса «16<sup>th</sup>International Wheelset Congress & Exhibition». – Кейптаун, 2010.
6. М. О. Дружинін, В. І. Сухомлин, А. М. Нестеренко, А. В. Книш Особливості структури білих шарів на поверхні катання залізничних коліс // Металознавство та обробка металів. - №2. – 2008. – с.3-7.

# ОЦІНКА АДАПТАЦІЇ ВОДІВ ДО ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ, ЯК ПОКАЗНИК БЕЗПЕКИ РУХУ

<sup>1</sup>к. т. н Панчук М. В.,  
<sup>2</sup>к. м. н Чайковський І. А.,  
<sup>1</sup>к. т. н Долишній Б. В.,  
<sup>3</sup>к. т. н Забишній Я. О.,  
<sup>1</sup>Панчук Т. М.

Україна,

<sup>1</sup>Івано-Франківськ, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;  
<sup>2</sup>Київ, Інститут кібернетики імені Глушкова;  
<sup>3</sup>Київ, Головний сервісний центр МВС України

**Abstract.** In order to determine a driver's reliability for error-free driving, the paper authors have proposed a new methodological approach that considers his/her work as an adaptation activity directed at the achievement of a positive result, coordination of metabolism, energy, and information processes in the body, and its implementation in specific motor actions. The technically innovative portable electrocardiograph KardioPlus P6 with the Oracle software has been used for the first time in order to carry out the experiments to diagnose the drivers. It allows combining the accuracy and speed of measurements, increasing the studies efficiency, and visual observing the trend towards improvement or deterioration of the drivers' functional status indicators. It has been noted that the proposed information technology is available and easy to use in practice, and the results obtained are well correlated with the data received during the survey by traditional methods.

**Keywords:** driver's reliability, traffic safety, vehicle, adaptation, electrocardiograph.

**Вступ.** Професійна діяльність водія будь-якої спеціалізації являє собою складну операторську роботу, яка здійснюється в умовах високих психоемоційних перевантажень, характеризується значним обсягом інформації, що переробляється та оцінюється по цілій сукупності різних показників, серед яких найбільш важливим є безпека дорожнього руху. Пов'язано це з тим, що не дивлячись на зусилля конструкторів автомобілів, удосконалення доріг число дорожньо-транспортних пригод продовжує залишатися дуже високим і з кожним роком все збільшується [1].

Ознайомлення з причинами дорожньо-транспортних пригод, прийнятими в статистиці, показує, що більша частина цих причин є наслідком комплексу особливостей, що носять психологічний характер. За даними вітчизняних і зарубіжних дослідників із загального числа причин дорожньо-транспортних пригод на частку помилок водіїв доводиться до 95 %, і на першому плані виявляються психологічні аспекти діяльності [2,3,4,5].

Проблема безпеки дорожнього руху органічно пов'язана з проблемою надійності праці водія. Так, в Франції в 73 %, в Англії – 80 %, в США – 85 % дорожньо-транспортні пригоди виникають по вині водіїв. Відомо, що в Україні 2/3 всіх автоаварій трапляється тому, що водії не встигають правильно прийняти рішення в складних дорожньо-транспортних ситуаціях. А тому визначення чинників, що впливають на надійність роботи, та діагностика стану здоров'я і психофізіологічного стану водіїв є важливою задачею профілактики дорожньо-транспортного травматизму.

Лікування постраждалих в ДТП коштує суспільству досить дорого, особливо травм, які потребують довгого періоду лікування або витрат по інвалідності. Наприклад, в США економічні витрати в ДТП за рік складають 2 % національного доходу, або до 50 мільярдів доларів, в Німеччині – близько 10 мільярдів євро. В Україні на сьогодні ми не маємо точних даних, але зважаючи на ту кількість постраждалих, поранених та загиблих, можна сказати, що автодорожній травматизм спонукає до дуже великих матеріальних затрат нашого суспільства [5].

Ряд дослідників, вважають, що надійність людини при різних стресогенних впливах включає в себе крім високого професіоналізму, відповідної мотивації, індивідуально-психологічних особливостей такі якості, як стресостійкість і адаптивність, які, в свою чергу, є системними властивостями і забезпечуються психологічними механізмами різного рівня регуляції [6,7,8,9,10].

Незважаючи на різні інтерпретації поняття надійності, не викликає сумніву те, що в його основі знаходиться здатність водія до безпомилкового керування транспортним засобом. Разом з тим варто відзначити про невелику кількість наукових робіт з даної тематики, а необхідність в підвищенні ефективності, результативності та якості діяльності водіїв як суб'єктів професійної праці обумовлює актуальність проблематики і необхідність проведення комплексних наукових досліджень.

**Методи та організація досліджень.** В основу методологічного підходу було прийнято те, що роботу водія слід розглядати як адаптаційну діяльність, спрямовану на досягнення

позитивного результату, координації метаболічних, енергетичних та інформаційних процесів у організмі та його реалізації в конкретних рухових актах. За цього даний вид діяльності здійснюється за єдиними принципами, встановленими в теорії адаптації.

Серцево-судинна система є однією з найбільш важливих систем життєзабезпечення та індикатором адаптаційних можливостей людини, тому рівень її функціонування будемо розглядати, як провідний показник, що відображає стан цілісного організму та його рівновагу з середовищем. Ритм і сила серцевих скорочень реагують на будь-які стресові впливи та містять інформацію про стан систем, що їх регулюють [11].

Електрокардіографічне дослідження передбачало проведення оцінки вегетативної регуляції на основі варіабельності серцевого ритму, аналізу стану міокарда з урахуванням амплітудно-часових параметрів ЕКГ, фіксування порушень ритму серця, а також психоемоційного стану водія. Варіабельність ритму серця відображає роботу серцево-судинної системи та роботу механізмів регуляції цілісного організму. Це обстеження активно використовується у функціональній діагностиці, тому що показник варіабельності серцевого ритму дозволяє дати загальну оцінку про стан пацієнта, оскільки відображає життєво важливі показники управління фізіологічними функціями організму, до них відносять функціональні резерви механізмів його управління і вегетативний баланс.

Дослідження проводились з використанням технічно-інноваційного портативного електрокардіографа Кардіоплюс П6 з програмним забезпеченням «Оракул», що дозволяє поєднати точність і швидкість вимірювань, підвищити ефективність досліджень та наглядно спостерігати тренд до покращення, або погіршення показників функціонального стану водіїв.

Згідно визначення рівня функціонального стану організму, що прийняте в теорії донозологічної діагностики [12], вважаємо за доцільне виділення чотирьох градацій функціонального стану:

- стан здоров'я з достатніми функціональними (адаптаційними) можливостями організму (чисельне значення 75 – 100 %);
- донозологічні стани, при яких оптимальні адаптаційні можливості забезпечуються більш високою, ніж у нормі, напругою регуляторних систем, що веде до підвищеної витрати функціональних резервів організму (50 – 75 %);
- преморбідні стани, які характеризуються зниженням функціональних можливостей організму (25-50 %) ;
- стан зриву адаптації (патологія) з різким зниженням функціональних можливостей організму у зв'язку з порушенням механізмів компенсації (0-25 %).

В якості досліджуваних взяли участь водії – всього 20 осіб, стаж роботи від 5 – до 30 років, вік водіїв складав від 22 до 57 років.

**Результати досліджень.** Власне електрокардіограма (тобто графічне представлення різниці потенціалів, що виникають в результаті роботи серця і проводяться на поверхню тіла) відображає стан м'яза серця (наявність гострого або хронічного пошкодження), а також провідної системи серця. Природно, існують набір маркерів ризику раптової смерті і серйозних серцево-судинних подій, заснований на амплітудно-часових показниках ЕКГ. Ступінь відповідності амплітудно-часових показників ЕКГ нормі безсумнівно є мірою функціонального резерву – в нашому випадку степені надійності водія.

Порушеннями ритму серця називається патологічний стан, при якому відбуваються порушення частоти, ритмічності і послідовності збудження і скорочення серця. За цього наявність загрозливих шлуночкових аритмій є сильним предиктором “аритмічної смерті”, а менш небезпечні аритмії все ж свідчать про зниження функціонального резерву.

Комплексний показник функціонального стану серцево-судинної системи організму має важливе значення в зв'язку з величезною роллю даної системи в пристосуванні до фізичних, розумових та психологічних навантажень різного характеру, оптимальному функціонуванні організму в найрізноманітніших за своїм змістом умовах виробничої діяльності. У наших дослідженнях середня величина комплексного показника становила 75,4, що відповідає високому рівню показників.

Різноманітні перевантаження в робочому процесі викликають зниження витривалості і негативну реакцію міокарда на фізичні навантаження. Значення комплексного показника стану міокарда, який мав такі середні значення: 48,7.

Стан регуляторних механізмів - один з провідних чинників, що обумовлюють робочі можливості водія. Добре збалансована вегетативна регуляція м'язової діяльності дозволяє водію при наявності належного рівня мотивації максимально використовувати свої функціональні можливості, забезпечує необхідну економію функцій і визначає швидкість відновних процесів. Величина комплексного показника регуляції в наших дослідженнях становила 78,0.

Порушення серцевого ритму - це порушення частоти, ритмічності і послідовності скорочень серцевого м'яза. У водіїв з порушеннями цієї функції відзначається достовірне

зниження показників загальної працездатності. При виявленні у водія будь-якого порушення серцевого ритму необхідно провести повне обстеження з метою уточнення причини виникнення аритмії. У наших дослідженнях порушення ритму серця у водіїв не виявлено.

Роботи фахівців з психофізіології останніх років довели, що деякі особливості варіабельності ритму серця відображають рівень психічного навантаження, особливо його емоціональної складової. Таким чином, відкривається можливість одночасно з функціональним станом серцево-судинної системи об'єктивно оцінювати деякі аспекти психоемоційної сфери водія. У наших дослідженнях встановлено високі показники психоемоційного стану водіїв - 76,0, що підтверджує значний рівень функціональної підготовки випробовуваних.

Варто відзначити, що запропонована інформаційна технологія доступна і зручна для використання на практиці, а отримані результати добре корелюють з даними, отриманими при обстеженні традиційними методами. Всі досліджені водії перед тестуванням проходили медичне обстеження у встановленому порядку в медичних закладах.

Таким чином аналіз отриманих результатів дозволяє визначити ступінь надійності водія, а застосування простого і відносно дешевого методу, є доцільним і перспективним, як медично-консультативного заходу під час навчання водіїв та у їхній професійній діяльності, що є вагомим чинником профілактики травматизму та призведе до покращення ситуації на автомобільних магістралях.

**Висновки.** Запропоновано новий метод визначення надійності водіїв для надійного керування транспортним засобом, що розглядає його роботу, як адаптаційну діяльність. Для проведення експериментів з діагностики водіїв вперше було використано технічно-інноваційного портативний електрокардіограф Кардіоплюс П6 з програмним забезпеченням «Оракул». Встановлено, що отримані результати добре корелюють з даними, отриманими при обстеженні традиційними методами, а застосування простого і відносно дешевого методу, є доцільним і перспективним, як медично-консультативного заходу під час навчання водіїв та у їхній професійній діяльності, що є вагомим чинником профілактики травматизму та призведе до покращення ситуації на автомобільних магістралях.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Коноплянко, В. И. Основы управления автомобилем и безопасность дорожного движения: учеб. пособие / В. И. Коноплянко, В. В. Зырянов, Ю. В. Воробьев. — М.: Высш. шк. 2005. — 271 с.
2. Bolen J et al. Overview of efforts to prevent motor vehicle-related injury. In: Bolen J, Sleet DA, Johnson V, eds. Prevention of motor vehicle-related injuries: a compendium of articles from the Morbidity and Mortality Weekly Report, 1985–1996. Atlanta, GA, Centers for Disease Control and Prevention, 1997.
3. Бушов Ю. В. Психофизиологическая устойчивость человека в особых условиях деятельности: оценка и прогноз. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1992. – 176 с.
4. Юлкин Е. С. Психология аварийности на автомобильном транспорте и пути ее решения. [Текст] / Е. С. Юлкин // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Педагогика и психология». – 2011. – Вып. 1. – С. 184-191.
5. Корж М. О. Стратегічні напрямки профілактики дорожньо-транспортного травматизму. [http://www.emergencymed.org.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=987:2009-10-16-09-04-57&catid=99:6&Itemid=147](http://www.emergencymed.org.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=987:2009-10-16-09-04-57&catid=99:6&Itemid=147)
6. Юлкин Е. С. Биопсихосоциальные факторы в системе профессиональной адаптации автоводителей. [Текст] / Е. С. Юлкин // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Педагогика и психология». – 2011. – Вып. 3. – С. 44-50.
7. Dora C, Phillips M, eds. Transport, environment and health. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe, 2000 (European Series No. 89) (<http://www.who.dk/document/e72015.pdf>, accessed 17 November 2003).
8. Evans L. The new traffic safety vision for the United States. American Journal of Public Health, 2003, 93:1384–1386.
9. Maycock G. Driver sleepiness as a factor in cars and HGV accidents. Crowthorne, Transport Research Laboratory Ltd, 1995 (Report No. 169).
10. The role of driver fatigue in commercial road transport crashes. Brussels, European Transport Safety Council, 2001 (<http://www.etsc.be/drivfatigue.pdf>, accessed 15 December 2003).
11. Баевский Р. М. Проблемы адаптации и учение о здоровье / Р. М. Баевский. – М. : Издательство РУДН, 2006. – 284 с.
12. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Донозологическая диагностика в оценке состояния здоровья. // Валеология, диагностика, средства и практика обеспечения здоровья. СПб., Наука, 1993. с 33-48.



## GEOGRAPHICAL SCIENCES

MODERN SEASONAL FEATURES OF THE RISK MODE ON  
THE TERRITORY OF ODESA REGION

<sup>1</sup>PhD, Professor Ivus G. P.,  
<sup>1</sup>PhD, Associate Professor Goncharova L. D.,  
<sup>1</sup>student PhD Kosolapova N. I.,  
<sup>2</sup>PhD, Associate Professor Zubkovych C. O.

Ukraine,  
<sup>1</sup>Odessa State Ecological University;  
<sup>2</sup>Kharkiv National Aerospace University

**Abstract.** The article presents the results of the analysis and estimation of the spatial-temporal distribution of atmospheric precipitation in the Odessa region, which is known to be an area with insufficient humidification. For solving a scientific problem, time data was used for 00, 06, 12 and 18 hours. The features of the regime of wetting of the territory of the Odessa region during 2000-2009 and 2010-2015 were considered for 10 and 9 stations of the region, respectively, for the periods indicated, for each month of the main and transition seasons of the year. The analysis of the statistical structure of atmospheric precipitation series indicates certain regularities in the spatio-temporal scale, which is associated with modern changes and climate fluctuations.

**Keywords:** climate, climatic resources, atmospheric precipitation, statistical structure.

**Introduction.** The climatic conditions of the Earth are constantly changing and this is confirmed by the entire history of the planet [4]. But the changes that took place at the end of the 20<sup>th</sup> century are substantial [1] and their cause, according to scientists, can be both natural and anthropogenic factors [1].

Studies of the climate system point to real, valid, physically consistent fluctuations in the thermal regime of the active layer of the ocean, land, and atmosphere, as well as the magnitudes of the surface and general atmospheric circulation [1,2]. Especially significant changes in the climate were observed in the zone 40-60 ° North. sh in 1951-2000 [1, 2-4]. The reliability of these estimates is confirmed by data on the increase in the incidence of abnormal and extreme events [1, 5]. Changes also affected precipitation, which increased by 0.5-1 % in the last decade of the 20th century on most continents in the middle and high latitudes of the Northern Hemisphere, and their decrease was observed at 0.3 % in ten years at tropical latitudes. The frequency of observations of extreme low air temperatures decreased [1].

According to the Intergovernmental Panel on Climate Change, the global average surface air temperature will increase to 1,4-5,8 ° C by 2100, which in turn will increase the sea level by 0,09-0,88 m. Therefore, it is possible to draw a conclusion on the threat to humanity of existing changes in climatic conditions [1].

The issue of global climate change and spatial hydrometeorological phenomena is constantly at the center of the attention of the World Meteorological Organization (WMO) and scientists of the main areas of climate research, including dangerous and spatial hydrometeorological phenomena [6]. The research of the GHG is based on modern ideas about the theory of climate, the main provisions of which have found their further development in the study of changes and fluctuations in the current climate [2, 6, 7].

**Object and methods of the study.** An important component of the global and regional climate is atmospheric precipitation. They act as one of the most important characteristics of humidification and relate to the most variable meteorological quantities both in space and in time. The rainfall in different regions of Ukraine differs significantly in terms of quantity, character of distribution, annual flow, intensity, duration, etc. [8]. The formation and precipitation of rain in Ukraine is the result of complex macro-circulation processes that determine the heat and moisture exchange in the atmosphere. The distribution of rainfall in some areas and, first of all, in the Odessa region, indicates a significant heterogeneity of this field, due to different conditions of precipitation formation. Knowledge about atmospheric precipitation is necessary for mankind to provide work of various spheres of economic activity of any country. This is the construction, communal sphere and needs of many other units, in which it is necessary to take into account the climatic



features when planning the socio-economic development of the region, in the design of industrial and residential construction.

Atmospheric precipitation is a part of the climatic resources that influences the objects of agricultural production, which is the most significant (along with the air temperature), and is an important factor for substantiating the maintenance and coverage of agricultural systems, growing of field crops, etc. Seasonal peculiarities of agricultural production combined with agro- meteorological and agro-climatic information indicate a steady need and rural production in it [7].

In order to find out the changes in the spatio-temporal distribution of the monthly rainfall, in comparison with the climatic norm [12], the time data was used for 00, 06, 12 and 18 hours. The features of the humidification regime of the Odessa region at the beginning of the XXI century during 2000-2009 and 2010-2015 were considered for 10 and 9 stations of the region, respectively, for the periods indicated, for each month of the main and transitional calendar seasons of the year.

In order to find out the nature and patterns of precipitation distribution in the territory of the Odessa region, statistical methods of processing the source information were used.

**Results of the study.** Taking into account the practical significance of forecasting atmospheric precipitation in conditions of changes and fluctuations in the climate, it was advisable to estimate their spatial-temporal distribution in the Odessa region, which is known to be an area with insufficient humidification, that is, there is a high probability of arid years. The lowest rainfall in Ukraine falls here (400-500 mm) and on the coast - less than 400 mm [8].

Comparison of the duration of periods in spatially-temporal distributed rainfall at stations located at different distances from each other, indicates its general causes, which may be multi-cycle cycles in changes in solar activity or oscillations of the macroscopic circulation of the atmosphere. In addition, the amount of precipitation, its repetition and intensity depends on many factors: the place of formation, stage of development, power, trajectory of motion, moisture content of the cyclone, as well as the physical and geographical conditions of the orography, local features of the territory. The standard climatic period of 1961-1990 proposed by the World Meteorological Organization allowed to reveal peculiarities of changes in both daily sums and monthly amounts of precipitation in the territory of the Odessa region at the beginning of the XXI century.

Diagrams are constructed for each month in order to find out the dynamics of precipitation regime in the Odessa region. As examples in Fig. 1 and 2 shows changes in the monthly rainfall in the spring (March-May) and autumn (September-November) seasons. Dynamics of the regime of atmospheric precipitation of the studied region in spring is presented in Fig. 1. As it follows from rice. 1a, in the first month of the calendar spring at six stations of the region in the period of 2010-2015 there is a decrease in the monthly rainfall, compared to the climatic norm, and at the stations of B.-Dnistrovsky, Sarat and Bolgrad, the monthly rainfall was almost in line with the norm. In the previous decade (2000-2009), precipitation growth (as compared to the norm) was recorded at eight stations in the oblast, except for the two northern ones. Lyubashevka and Art. Calm. In April (Fig. 1b), in the period of 2010-2015, almost all the stations in the oblast saw a decrease in the amount of precipitation compared to the climatic norm. Exceptions are the stations of Lyubashevka, Zatyshya and Bolgrad. In the first decade of the XXI century, the amount of precipitation (except for the Zatyshya station) was lower compared to the period 1961-1990. The dynamics of the precipitation regime in the territory of the Odessa region in May is shown in Fig. 1st. As it follows from rice. 1, a significant increase in the amount of precipitation in the last six years considered, was observed at five stations: Lyubashevka, Serbka, Rozdilna, Sarata and B.-Dnistrovsky. At Zatsushi, Odesa, Bolgrad and Izmail stations there is a reverse trend.

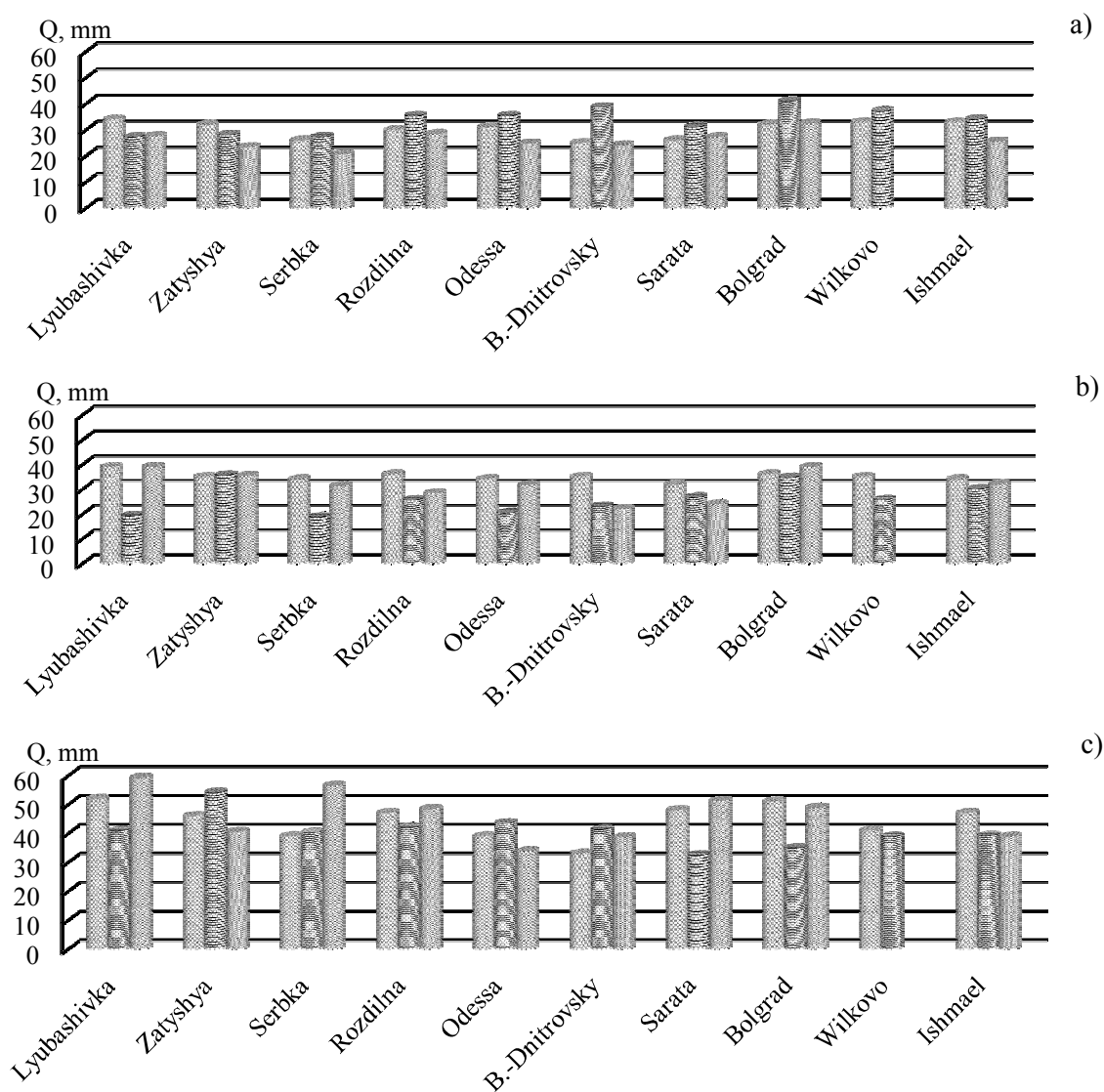
Thus, at the beginning of the XXI century, the monthly rainfall in the territory of the Odessa region in spring has a different month-by-month tendency to change compared with the climate norm. In March and April, at most stations in the region, the monthly precipitation decreased (compared to the norm), and May became more humid at the northern stations of the region: Lyubashevka, Serbka, Rozdilna; on st. Saratov and Art. The amount of precipitation in the Bolgrad region was within the limits of the climatic norm.

In the summer season of 2010-2015 there are sharp and opposite trends in rainfall changes. If you compare the dynamics of the rainfall regime in June and August - they have different trends. Thus, in June, at all stations in the Odesa region rainfall increased compared to the climatic norm, and in August, on the contrary. In July of this period only at three stations in the region the amount of precipitation was much less than the norm: Art. Lyubashevka (28 mm), art. Serbka (15 mm) and Art. Lull (13 mm). At the stations of Rozdilna, Izmail and Bolgrad, rainfall was almost the norm. In July, at three stations in the oblast, the amount of precipitation significantly exceeds the climatic norm: Odesa (35 mm), Sarata (15 mm), B.-Dniester (about 10 mm). In the period of 2010-2015, for most stations in the Odesa Oblast, the maximum

monthly rainfall for the summer season falls to June, and only at three stations in the oblast (Odesa, B.-Dnistrovsky, Saratov) July (next to June) remains the "hottest" month of the year.

Analyzing the spatio-temporal distribution of atmospheric precipitation at stations in the studied region in the autumn (Figure 2), it should be noted that the entire territory of the Odessa region this season received the highest moisture (compared with the climatic norm) in October 2010-2015. In September (Fig. 2a) only at two stations (Lyubashevka and Sarata) monthly rainfall exceeded the norm. The month of autumn with the least rainfall in the investigated region was the November of the period 2010-2015.

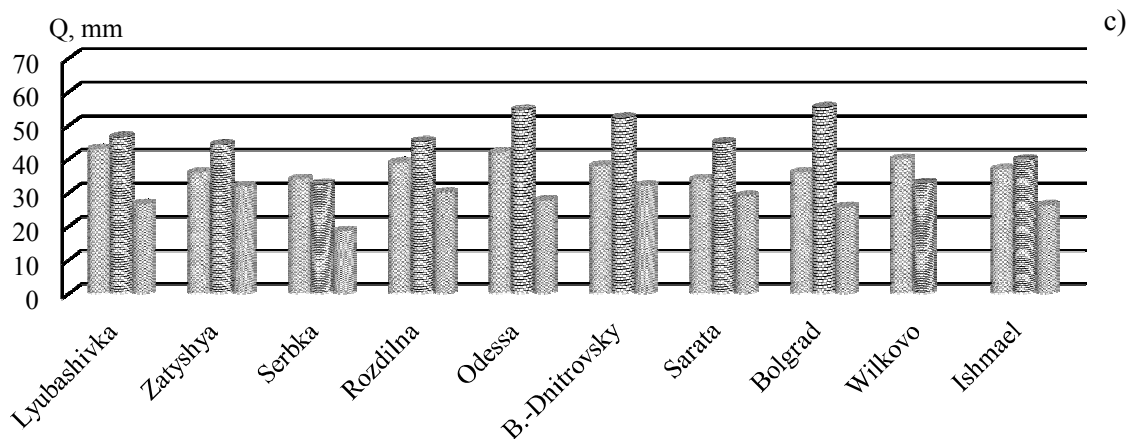
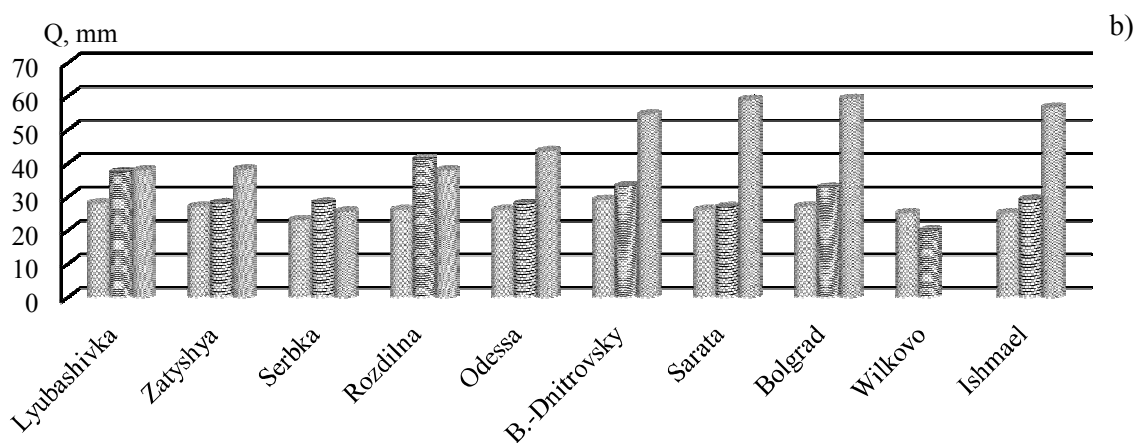
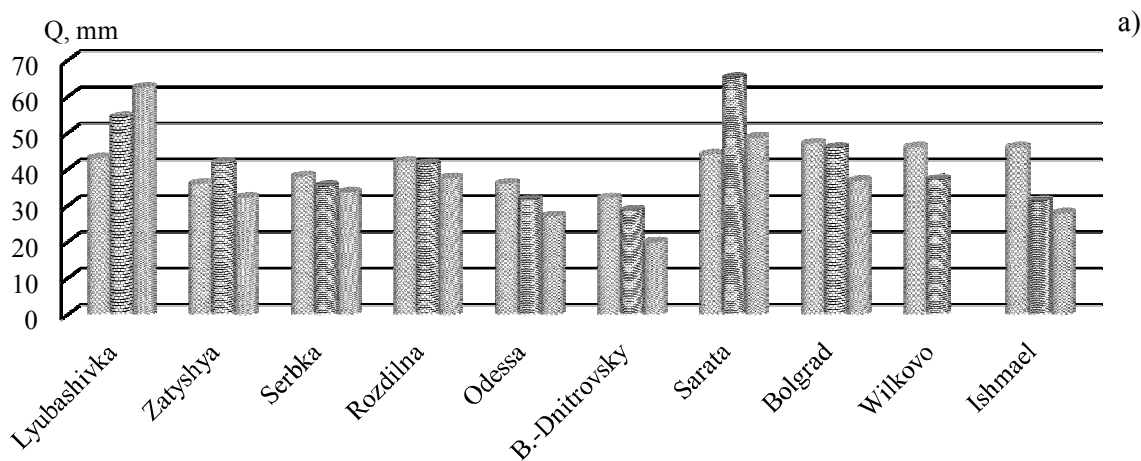
In the first month of winter (December) there is a significant increase in the monthly precipitation in the period 2010-2015 at all stations in the Odessa region (compared with the climate norm), and the highest rainfall in December of this period was recorded in Art. Bolgrad (67 mm). It should be noted that rainfall in this month of 2000-2009 was almost the same throughout the oblast (20-30 mm). Therefore, one can state that in this decade of the XXI century, the monthly rainfall is the smallest of the periods considered. The analysis of the dynamics of monthly rainfall in the central month of the winter season indicates an increase in the amount of precipitation in the period 2010-2015 throughout the oblast, in comparison with the climatic norm. Most of their growth occurred at three stations: Odesa, B.-Dnistrovsky, Rozdilna. For the last decade of the XXI century. (2000-2009), rainfall at all stations in the Odessa region did not differ much from the climate norm. These differences fluctuated within



Periods, years - 1961-1990 - 2000-2009 - 2010-2015

a) March; b) April; c) May

Fig. 1. Monthly precipitation (mm) at stations in the Odessa region. Spring



Periods, years - 1961-1990 - 2000-2009 - 2010-2015

a) September; b) October; c) November

Fig. 2. Monthly precipitation (mm) at stations in the Odessa region. Autumn

5 mm at 9 stations, except for art. Serbka, on which during this period there was an increase in the amount of precipitation (in comparison with the climatic norm) by 16-17 mm. In February, we observe a significant (up to 15-17 mm) decrease in rainfall in the period 2010-2015 at all stations in the Odessa region, except for Art. Serbian, where the amount of precipitation, in comparison with the climatic norm, has increased by 10 mm. The decrease in the amount of precipitation (relative to the norm) is observed in the previous period (2000-2009) at seven stations, and at the stations Serbka, Odesa, B.-Dnistrovsky, on the contrary. Thus, in the Odessa region two months of the winter season (December, January) have become more damp during the last six years, as compared to the period of 1961-1990, and in February, on the contrary, a decrease in rainfall was recorded.

Today, the impact of climate change on the economy of the country and society is manifested through an increase in the occurrence of adverse and natural phenomena observed in the most varied shells of the Earth - the atmosphere and the hydrosphere. According to WMO, 90 % of all natural disasters that suffer from humanity have a hydrometeorological origin [4, 7]. Therefore, in conditions of rapid scientific and technological progress, humanity's dependence on climate has not diminished, but, on the contrary, has substantially increased due to which the study of climate variability acquired a clearly defined practical significance. An analysis of empirical evidence suggests that global climate change can change the absolute values of air temperature, precipitation, seasonal course of these variables and contribute to changing the species composition of vegetation, displacement of natural zones [3, 4, 8, 9]. In separate seasons and for a year in a significant part of Ukraine, as a result of these changes, the regional temperature increased 1.5-2.5 times relative to the global one. The general regularity of the change in the amount of precipitation remains significant fluctuations from year to year, as well as great variability in the territory [3, 5, 10, 11].

At present considerable progress has been made in collecting, systematizing and summarizing empirical information that characterizes the climate of various spatial and temporal scales. But the dispersion of source information complicates the study of the structure and variability of the current climate and requires a statistical approach that can be used to explore the multi-year data archive, which is a significant reserve for improving the quality of long-term weather forecasts. Therefore, at the next stage, the method of research of non-stationary time sequences was used to find out the long-term changes in the distribution of monthly rainfall in the territory of the Odessa region and to determine the statistical structure of these climatic series.

As is known, most meteorological quantities represent non-stationary random processes. The main reason for this is that, under the influence of different incoming solar radiation in the course of the day, season, year, the quantities have a daily, seasonal, annual flow, etc. The long-term changes in the nature of climate-forming factors lead to the emergence of trends, that is, unidirectional changes in meteorological values over a long period of time. The study of the statistical structure of atmospheric precipitation was based on the sequence of their values in the form of equidistant time series with a discrete one month. They were depicted as the sum of the deterministic and random  $X_3(t)$  component. In turn, the deterministic component consisted of the trend  $X_1(t)$  and the periodic component  $X_2(t)$ , which reflects the seasonal (annual) progress of the process  $X(t)$  [19].

So,

$$X(t) = X_1(t) + X_2(t) + X_3(t). \quad (1)$$

The deterministic basis of the random process is extracted by filtration (or smoothing) of the output time series. One of the types of smoothing is the sliding averaging, which in general can be depicted as follows:

$$\hat{X}(t_k) = \frac{1}{n} \sum_{i=k-n/2}^{k+n/2} \alpha_i X(t_i) \quad (2)$$

Where  $\alpha_i$  is the weight factor;

$n$  - number of points at which smoothing is performed:

$$k = 1 + n/2; 2 + n/2; \dots; N + n/2; N = N(n-1)$$

Accepted in equation (2)  $\alpha_i = 1$ , which means that the smoothing operator determines a simple moving averaging in which the weight of all points that participate in calculations of the mean value on the interval  $[k - n/2; k + n/2]$  is the same.

According to the statistical structure of atmospheric precipitation series, the study area is divided into five regions:

- 1) the coast is the station: Odessa, B.-Dnistrovsky, Chornomorsk;
- 2) the southern region is the stations: Saratov, Bolgrad, Izmail;
- 3) the northwest area is the station: Zatyshya, Rozdilna;
- 4) north - st. Lyubashevka;
- 5) eastern - st. Serbka

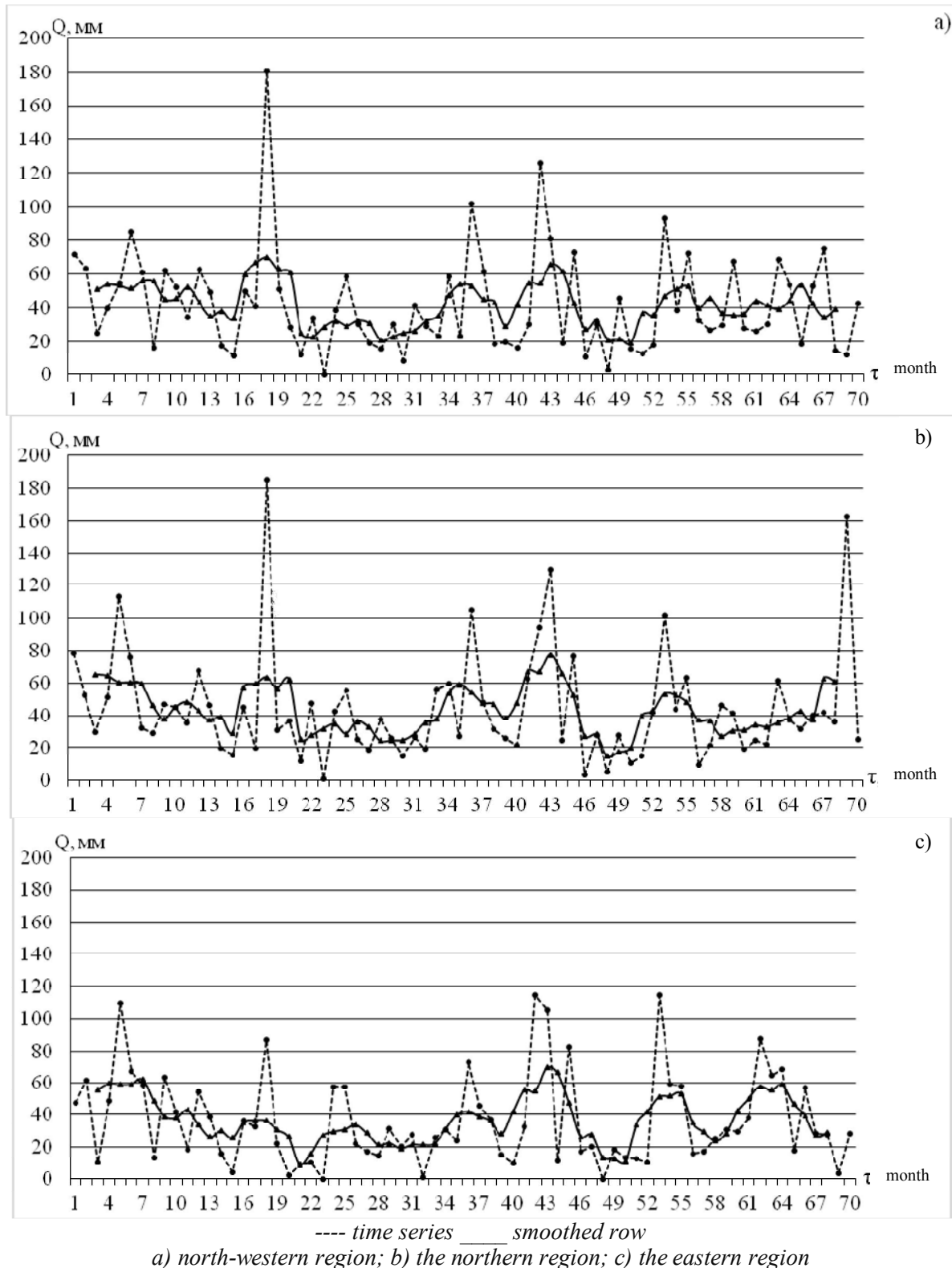


Fig. 3. Time and smoothed rows of monthly rainfall (mm) where, N- is the number of members of a row

Time and smoothed rows of atmospheric precipitation were constructed for all identified areas of the Odessa region.

As examples in Fig. 3 shows time and smoothed rainfall levels for three areas: northwest, northern, and eastern.



The analysis of the deterministic component for all territories indicates clearly defined both trend and periodic components in the long-term mode. They include fluctuations with periods from quasi-monthly to quasi-old. These components require further research to determine the local features of certain areas of the Odessa region, which led to the division of the studied region into five regions in terms of spatial-temporal distribution of atmospheric precipitation.

**Conclusions.** 1. Geographical location of the Odessa region forms the complex nature of atmospheric processes and, accordingly, the distribution of precipitation in its territory at the beginning of the XXI century in conditions of modern changes and fluctuations in the climate.

2. The study of the dynamics of monthly precipitation in the late 20th and early 21st centuries, which was conducted on the long-term data of the three periods of averaging (1961-1990, 2000-2009, 2010-2015), indicates the ambiguity of the complex changes in the distribution of atmospheric precipitation in different seasons of the year and in different regions of the Odessa region, which requires further research in solving a scientific problem.

3. According to the peculiarities of the statistical structure of atmospheric precipitation series in the Odessa region, five regions are defined: southern, northwest, northern, eastern and coastal.

4. Non-stationary time sequences of the studied climatic characteristics include both trendy and periodic (from quasi-monthly to quasi-long-lived) components in the long-term mode of precipitation in the territory of the Odessa region.

## REFERENCES

1. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summery for Policymakers – Geneva: IPCC, 2007. – 18 p.

2. Гончарова Л. Д., Косолапова Н. І. Вплив основних телеконекцій Північної півкулі на режим опадів по території України // Вісник ОНУ. Сер: Географічні та геологічні науки. 2017. Т. 22. Вип. 1 (30). С. 11-27.

3. Гончарова Л. Д. Режим зволоження території Одеського регіону протягом ХХ століття (осінній та весняний сезони) // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. Одесса. 2009. № 1 (9). С. 77-83.

4. Гончарова Л. Д. Динаміка режиму зволоження на території Одеського регіону протягом ХХ століття // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. Одесса, 2009. № 4 (8). С. 94-100.

5. Гончарова Л. Д. Особливості зміни місячної кількості атмосферних опадів на території Одеської області протягом ХХ століття // Укр. гідрометеорол. ж. Одеса, 2009. Вип. 5. С. 77-83. <http://uhmj.odeku.edu.ua/wp-content/uploads/2016/08/8-Goncharova.pdf>

6. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 pp.) / за ред. В. М. Липінського, В. І. Осадчого, В. М. Бабіченко. К., 2006. 311 с.

7. Польовий А. М., Трофімова І. В., Кульбіда М. І., Адаменко Т. І. Вплив зміни клімату на сільське господарство півдня України // Метеорологія, кліматологія та гідрологія: Міжвід. наук. зб. України, 2008. Вип. 49. С. 252-261.

8. Кліматичні ресурси Одеської області для сталого розвитку: науково-практичний довідник / ред. Ж. В. Волошина. Одеса: Державна гідрометслужба України, 2010. 180 с.

9. Івус Г. П., Гончарова Л. Д., Косолапова Н. І. Характер розподілення атмосферних опадів в Одеському регіоні на початку ХХІ століття // Тези доповідей Першого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду з міжнародною участю (22-23 березня 2017 р., м. Одеса, Україна). Одеса, 2017. С. 210-211.

10. Косолапова Н. І., Івус Г. П., Гончарова Л. Д. Просторово-часове розподілення добової кількості опадів в Одеському регіоні на початку ХХІ століття // Матеріали наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ (03-12 травня 2017 р.). 2017. С. 176.

11. Івус Г. П., Хоменко Г. В., Міщенко Н. М., Косолапова Н. І., Сухов О. О. Кількісна оцінка інтенсивності літніх атмосферних фронтів над Україною // Scientific Journal (Science Rise). 2016. Вип. 7 / 1 (24). С. 16-21.

12. Кліматичні стандартні норми (1961-1990 pp.). К., 2002. 446 с.

## КОНТИНЕНТ ЗАГАДОК И ПАРАДОКСОВ

кандидат геолого – минералогических наук, доцент Ковдерко Владимир Эдуардович

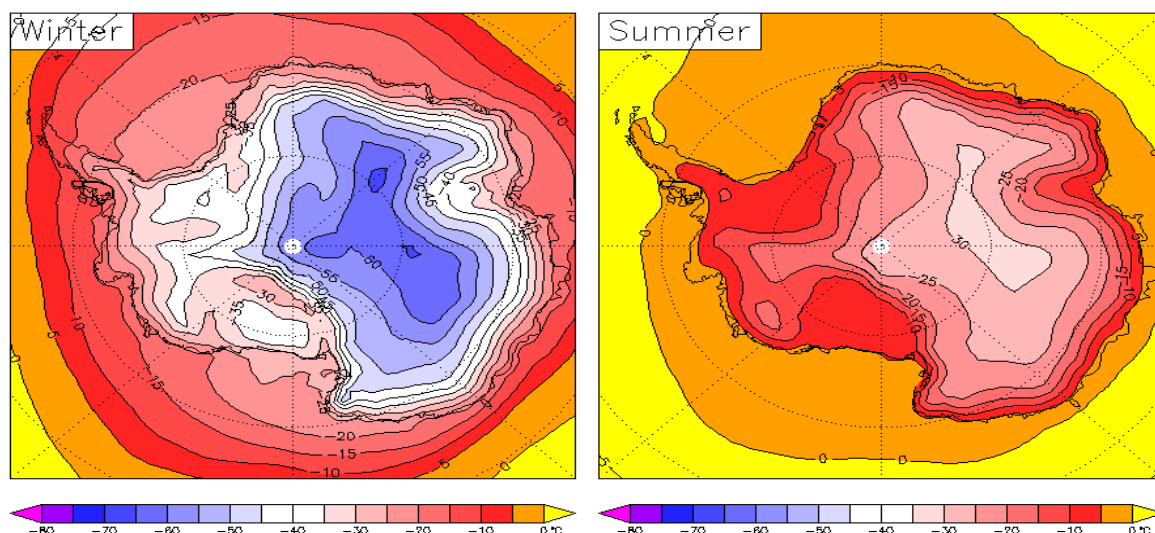
Республика Беларусь, г. Гомель,

**Abstract.** The only continent on the globe with annual temperatures well below freezing even in summer in the bright midnight Sun. This is the case when the cooling effect prevails over the heat flux. Ice desert which holds 80 % of the fresh water of the globe. The strongest winds in the surface layer and windless Sunny weather 3-5 m from the ice surface, etc.

**Keywords:** ice regime, the greatest natural refrigerator on the planet, stock winds, a provider of cold and moisture to the Northern hemisphere in the winter time.

Представляется целесообразным начать с парадоксов, автору они представляются проблематичнее и интереснее, загадки в отличие от них имеют частный характер и менее обоснованы.

Самым масштабным парадоксом, имеющим место в пределах всего континента Антарктида, является отсутствие положительных температур в течение года [1]. В этом легко убедиться, изучив рис. 1. Континент практически повсеместно перекрыт льдом, средняя толщина ледяного покрова составляет 2500 м, максимальная – 4800 м. Средняя высота ледяного щита над уровнем океана – 2000 м, максимальная – 4000 м (в центре), свободны ото льда 0,3 % или 40 000 км<sup>2</sup>, ширина морских льдов, окружающих Антарктиду колеблется от 500 до 2000!!! км [2].



1 2

Рис. 1. Температурные режимы Антарктиды: зимой (1), летом (2) [1]

По геологическому строению Антарктида похожа на Ю. Американский континент: большая, восточная, часть – древняя платформа, меньшая, западная, – молодые складчатые горы, так называемые Антарктические Анды. Есть основания предполагать априори наличие месторождений полезных ископаемых, имеющих место на соседнем Ю. Американском континенте [3]. Одним из начальников Антарктической экспедиции заснят коренной выход каменного угля. Просьба к читателям обратить на этот факт внимание и запомнить его, общеизвестно, угольные месторождения в холодном климате не формировались, для этого процесса нужен тёплый влажный климат. Выход из, казалось бы, неразрешимой ситуации был найден, очевидно, с подсказки А. Вегенера: якобы 200 –300 млн лет от ныне Антарктида входила в состав суперконтинента Гондвана и располагалась в тропическом поясе. Вот вам необходимые тепло и влага. Сложно подобрать слова для убеждения в абсурдности этой гипотезы, но она жива и под названием Новая глобальная тектоника литосферных плит разделяется и приветствуется многими землеведами, глупости оказываются довольно живучими. Кроме того, месторождения каменного угля имеются в С. полярной области, например, на архипелаге Шпицберген. Он тоже приплыл из тропического пояса? Нереальность подобных предположений станет очевидной после внимательного анализа рис. 2.

Здравомыслящий читатель, учёный тем более, без особых усилий сделает вывод о невозможности перемещения континентов на тысячи километров в твёрдых по сейсмическим исследованиям мантии и базальтовом слое, разве если очень хочется. По авторской версии, ни один из континентов, даже островов с корой континентального типа, никогда и никуда не перемещался. Они сформировались в первичных послеаккреционных впадинах из материала Протоконтинента, который ныне является дном Мирового океана. К сожалению, изображение содержит погрешность: то, что позиционируется как океаническая кора, де факто – наружная оболочка Земли. Её средняя мощность (толщина) под континентами составляет порядка 20 км, а в пределах океанического дна по подножиям континентальных склонов лишь 7,5 км. 12,5 км были перемещены с Протоконтинента в первичные впадины. Самые древние осадки недоступны для изучения из-за значительной мощности более поздних осадков.



Рис. 2. Разрез земной коры от Восточно-Тихоокеанского поднятия до Африки [4]

Представляется, изложенных выше доводов и соображений достаточно для неприятия существующих представлений о природе оледенения Антарктиды. Историческая геология палеонтологическими исследованиями установила, что 30 – 35 млн. лет от ныне климат на всей земной поверхности был тёплым и влажным, пор года в современном понимании не существовало. Это аксиома, оспаривать которую себе хуже. Понижение глобальной температуры было перманентным и однонаправленным, возвратный процесс, наподобие разрекламированного нынешнего глобального потепления места не имел, и не предвидится ни при каких обстоятельствах. Перманентное *понижение* температуры на поверхности земного шара продолжается, и через пару миллиардов лет Земля превратится в ледяной шар, другого варианта Природа не запрограммировала. Небезынтересным представляется обсудить мнение гляциологов относительно *природы* оледенения Антарктиды. В отредактированном Википедией виде оно представляется сомнительным.

*Антарктический климат полярный континентальный (исключая побережье). Несмотря на то, что в Центральной Антарктиде зимой в течение нескольких месяцев продолжается полярная ночь, годовая суммарная радиация приближается к годовой суммарной радиации экваториальной зоны: станция Восток — 5 Гдж/(м<sup>2</sup> год) или 120 ккал/(см<sup>2</sup> год), а летом достигает очень больших значений — до 1,25 Гдж/(м<sup>2</sup> мес.) или 30 ккал/(см<sup>2</sup> мес.). Однако до 90 % приходящего тепла отражается снежной поверхностью обратно в мировое пространство и только 10 % идёт на её нагревание. Поэтому радиационный баланс Антарктиды отрицательный, а температура воздуха очень низка [5].*

Странная ситуация: годовое поступление радиации в Центральную Антарктиду примерно соответствует годовому поступлению радиации в экваториальную зону, а климатические условия несопоставимы. В летние месяцы квадратный метр Центральной Антарктиды и квадратный метр пустыни Сахара получают примерно одинаковое количество солнечной энергии. Модули температур одинаковы, примерно 30 °С, но в Сахаре со знаком +, а в Антарктиде со знаком минус. Этот явный парадокс объясняют тем, что «...до 90 % приходящего тепла отражается снежной поверхностью обратно в мировое пространство и только 10 % идёт на её нагревание». Почему подобное не происходит в Северном полушарии Земли? Зимой континенты Северного полушария примерно на половину покрыты ослепительно белым снежным покровом с отражающей способностью сопоставимой с таковой у антарктического снежно-ледового покрова. Но приходит весна, и снежный покров исчезает за исключением высоких горных вершин, где пребывает постоянно, независимо от мощности солнечной радиации. Тоже странно. Следовательно, *природа оледенения* Антарктиды остаётся загадкой.

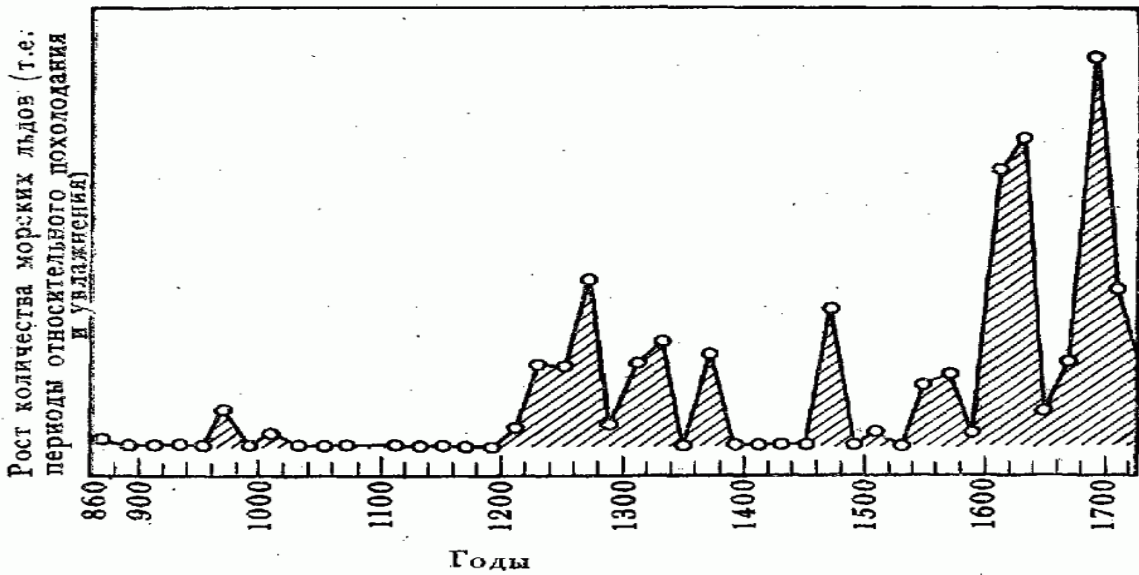


Рис. 3. Вековые колебания льдистости, относительных похолоданий и увлажнения [6]

Обсуждаемый график демонстрирует чередование тёплых и холодных периодов разной длительности, следовательно, разрекламированное нынешнее *глобальное потепление* всего лишь короткий эпизод в истории Земли.

Что касается оледенения Антарктиды, нет никакого секрета, скорее – неизбежная закономерность, о чём несколько позже. Рисунок 4, демонстрирует глобальное оледенение в С. полушарии, реально подтверждаемое отложениями антропогенного возраста специфического состава: моренные суглинки и супеси, гравийно-галечный материал, разнозернистые кварц-полевошпатовые пески, переотложенные глины, экзотические валуны, др. материалы, порождённые динамичными ледниками, чуждые для конкретной местности.

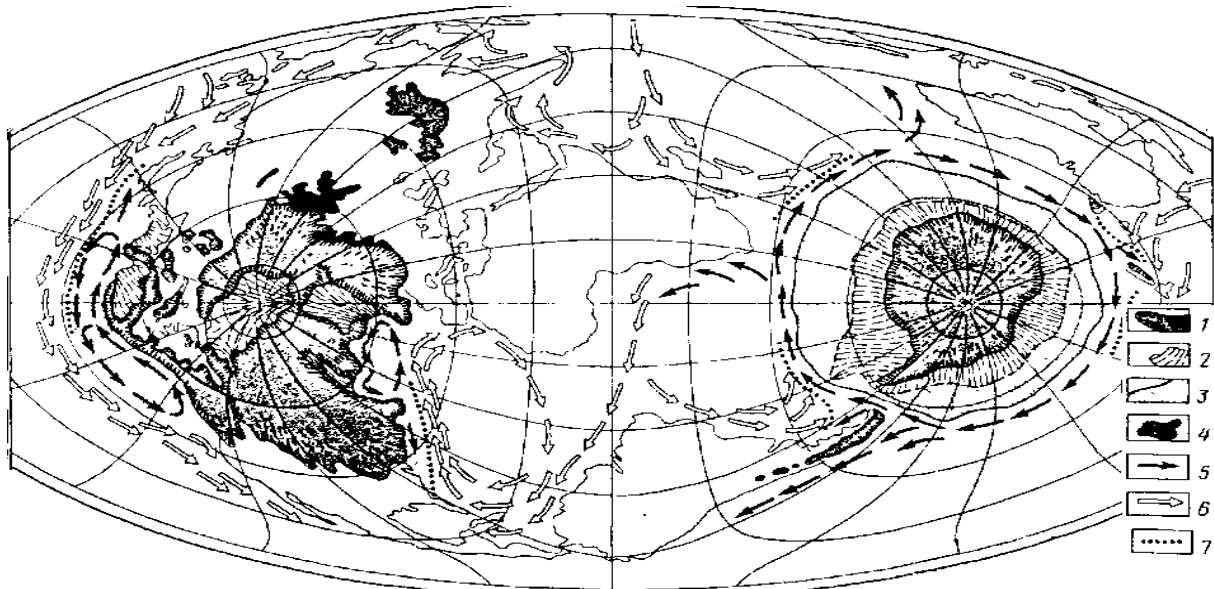


Рис. 4. Оледенения в максимум последнего глобального похолодания 17–21 тыс. лет назад: 1 – ледники суши и континентальных шельфов; 2 – плавающие шельфовые; 3 – многолетние морские льды; 4 – приледниковые озера; 5, 6 – океанские течения [7, с. 71]

О масштабном оледенении в С. полушарии знают не только гляциологи, знают почти все, закончившие общеобразовательные школы. Не удалось найти сведений о том, что в настоящее время ледниковый период пребывает в Ю. полушарии, а точнее – в пределах Антарктического архипелага и шельфовых зон. Нет научно обоснованной причины ухода оледенения из С. полушария. Последний крупный ледяной массив, располагавшийся на месте нынешнего Ботнического залива Балтийского моря, растаял всего 8000 лет от ныне. Не менее



крупный ледяной массив уцелел на острове Гренландия и нескольких островах с западной стороны, возвышающихся над уровнем океана более 1 км. По авторской версии, площадные низменные ледники появились в современном антропогеновом (четвертичном) периоде первоначально в Ю. полушарии ориентировочно 500 – 600 тыс. лет назад, а 200 – 250 тыс. лет от ныне оледенение на Европейском континенте начало продвигаться в южном направлении. В конце так называемого днепровского оледенения ледник по долине р. Днепр опустился до 40-й параллели (широта г. Днепропетровск). До такой же широты опустился ледник на С. – Американском континенте. Внимательный читатель вправе заметить, что во время глобального похолодания (фиг. 4) оледенения имели место в обоих полушариях. Дело в том, что Антарктида самый высокой континент, первым на нём появилось горное оледенение, разросшееся до уровня океана. Антарктида никогда, ни при каких обстоятельствах не освободиться от ледового покрова. Та же участь у о. Гренландия. Рекомендуются уяснить и запомнить общее правило для планеты Земля: ледниковые периоды возникают и развиваются в том полушарии, в котором находится С. магнитный полюс. Низкие температуры обусловлены усилением холодильного эффекта солнечной радиации, который, в свою очередь, контролируется атмосферным давлением. Поверхность с нулевой температурой в земной атмосфере неотвратно опускается к земной поверхности – вот основная угроза для земной жизни. По авторской версии, низкоуровневое площадное оледенение в С. полушарии имело место впервые, нынешнее оледенение в Ю. полушарии по счёту второе, а высотные (горные) ледники Антарктиды появились значительно раньше, как и горные ледники С. полушария. Переход ледникового периода из Ю. полушария в С. полушарие неотвратим, поскольку неотвратима очередная смена полярности магнитного поля планеты Земля. Иного варианта развития Земли Природа не предусмотрела. Земля априори превратится в океан, затем в ледяной шар, а в отдалённом будущем будет поглощена Солнцем, оно её породило, оно её и заберёт.

Следующий парадокс состоит в том, что в центре Антарктиды круглый год безветрие и ясное небо, а на склонах ледяного щита бушуют сильные ветры, скорость которых зимой может достигать 90 м/с или 325 км/час. При этом по периферии ледяного щита круглый год существует зона пониженного давления. Этот неординарный факт исследователи ледяного континента объяснили наличием своеобразной циркуляции (Рис. 5).

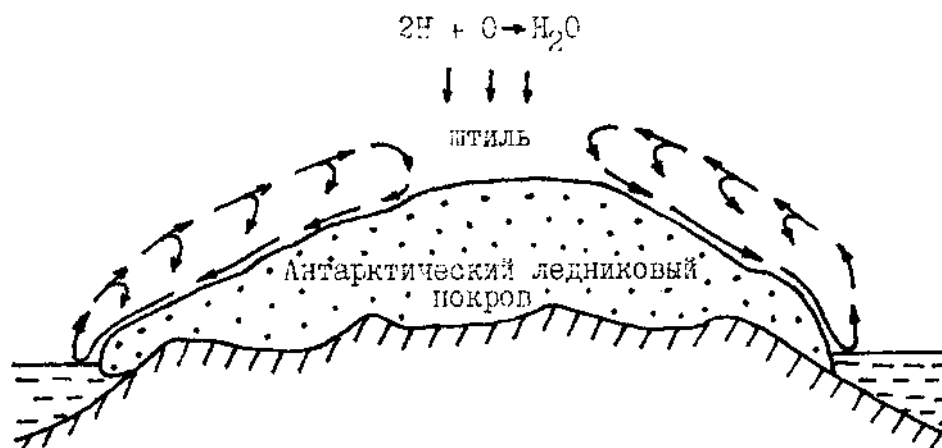


Рис. 5. Схема циркуляции воздуха над Антарктидой. [8 + в. К.]

Незатейливая, на первый взгляд, фиг. 5 понуждает к критической оценке и переосмыслению двух проблемных вопросов: 1) странного, необъяснимого с позиций физики, поведения стокового ветра; 2) не менее странной синоптической ситуации над центральной частью ледяного купола. Стоковый ветер наиболее сильный и снегонасыщенный перед краями ледникового тела, мгновенно затухает при сваливании на морской лёд или открытую воду. С появлением Солнца скорость стокового ветра постепенно снижается, при незаходящем Солнце на побережье устанавливается безветренная погода, а линия гашения стокового ветра отодвигается вглубь континента на 20 – 25 км. Объяснить столь странное поведение стокового ветра, можно отказавшись от его гравитационной природы. По авторской версии, основной движущей силой наэлектризованной снежно-воздушной массы являются магнитные силовые линии глобального магнитного поля Земли, гравитационная составляющая тоже участвует в движении, но имеет вспомогательное значение. В конце своего пути стоковый ветер превращается в фён от латинского «фавониус» – тёплый. По существующим представлениям, нагревание воздушной массы связывают с адиабатическим процессом при движении её по горным склонам и долинам.



По мнению автора, нагревание исходно холодного воздуха обусловлено рекомбинацией ионов в нейтральные молекулы, а не с адиабатическим процессом. Трансформацию стокового ветра в фен описал участник антарктических экспедиций В. Бардин, изучавший озеро Радок, расположенное в центре одного из оазисов в горах Принца Чарльза. Длина озера около 10 км, ширина в центральной части около 3 км. Озеро покрыто льдом разной толщины: от почти 4-х метров у низкого восточного берега, до десятка сантиметров у противоположного. А у самого подножья крутого горного склона, с которого в озеро спускается язык ледника, – полоска открытой воды. *"Около края ледника полынья... По воде бегут короткие злые гребешки. Водяная пыль, сорванная с них ветром, стоит над полыньей, как облако.*

– *Стоковый ветер падает оттуда, с вершины, и не даёт воде замёрзнуть, – говорю я.*

– *А может быть внизу тёплая вода?"...* [9]. Оказалось, что температура воды у дна, на глубине 346 м, равна всего +1°C и она на вкус пресная. Скорее всего, полынья существует за счёт рекомбинации ионов стокового ветра. Не исключено, что стационарная полынья, окружающая Антарктиду, обязана своим существованием стоковым ветрам, но не за счёт отгона льда, как считает большинство исследователей, а за счёт рекомбинации ионов в нейтральные молекулы. Именно этот процесс превращает холодную бору в тёплый фен. Что касается отгонного эффекта сточного ветра, то он под большим сомнением, поскольку на некоторых участках антарктического побережья он не ощущается на расстоянии всего 1–2 км. от ледяного барьера.

Что касается верхних ветвей циркуляционных графиков, их легитимность под вопросом, очевидно, их придумали, что бы объяснить поступление в стоковые воздушные массы снежно-ледяных кристаллов. По авторской версии, они образуются над всей поверхностью Антарктиды и за её пределами при взаимодействии солнечного водорода с атомами атмосферного кислорода. Что касается штилевой синоптической ситуации над центральной частью Антарктиды, особых проблем здесь не предвидится. Она расположена в пределах Ю. полярного каспа, где магнитные силовые линии либо отсутствуют, либо входят в земную поверхность почти вертикально, чем исключается латеральное перемещение наэлектризованных масс.

Определённый интерес представляет природа ниш вытаивания в барьерах пресного льда и таяние его обломков в морской воде с температурой минус 1, 4 °С. Любопытный полярник поместил кусок пресного льда в полиэтиленовый пакет и опустил его в полынья. В отличие от неизолированных собратьев, испытуемый образец не таял в течение длительного времени. Ещё одну тайну ледяного континента можно считать раскрытой. Микроскопические исследования коренного льда показали, что он нашпигован мелкими пузырьками ионизированного атмосферного газа. В токопроводящей морской воде происходит рекомбинация ионизированных атомов в нейтральные молекулы с экзотермическим эффектом.

Коротко о том, откуда столько снега в С. полушарии зимой. Ответ однозначный: и снег и холод из Антарктиды. В летние месяцы (декабрь, январь, февраль) масштабно проявляются холодильный и снегообразующий процессы солнечной радиации, особенно в В. Антарктиде, где тепловой эффект Солнца не проявляется никогда. В З. Антарктиде синоптическая ситуация не такая жёсткая, поэтому в противоположной западной половине Европы климат более мягкий, нередки потепления и малоснежные зимы. Словом зимой в С. полушарии правит бал Антарктида. И ещё: большая часть месторождений полезных ископаемых Антарктиды никогда не будет использована, Природа так распорядилась.

## ЛИТЕРАТУРА

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B4%D0>
2. <https://geographyofrussia.com/antarktika/>
3. <https://www.youtube.com/watch?v=c-ZXpWk10hE>
4. Браун Д., Массет А. Недоступная Земля: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984.– 265 с.
5. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Климат\\_Антарктиды](https://ru.wikipedia.org/wiki/Климат_Антарктиды)
6. <http://annales.info/evrope/samarkin/istgeogr.htm>
7. Котляков, В. М. Климат Земли: прошлое, настоящее, будущее / В. М. Котляков, М. Г. Гросвальд, А. Н. Кренке. – М. : Знание, 1985. – 48 с. (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Науки о Земле», № 12).
8. Лосев К. С. Антарктический ледниковый покров (история и современное состояние).– М.: Наука, 1982. – 160 с., ил. – (Сер. "Человек и окружающая среда").
9. Бардин В. И. В горах и на ледниках Антарктиды. – М.: Знание, 1989. – 192 с.

## DYNAMICS OF CLIMATE OF AZERBAIJAN

*PhD, docent, Deputy Director Hasanov Maharram Samed,  
PhD, Leading researcher Taghiyeva Umayra Rauf,  
Researcher Ahmadova Jamila Nemat,  
Researcher Ahmadova Qamar Beyuk Aqa,  
Researcher Mammadova Afaq Firuddin*

*Azerbaijan, Baku, Institute of Geography named after H.Aliyev of Academy of Sciences of Azerbaijan*

**Abstract.** Dynamics of current climate in Azerbaijan and observed consequences of conditions of rapidly changing climate in the last decades were investigated. The carried-out assessment showed growth of quantity and both intensity of the torrential phenomena, and identification of a tendency of daily minimum and maximum air temperatures in various zones of the republic indicate warming of climate. The analysis of results of a research, considering the complex nature of impact of the changing climate on various spheres including social will give the chance to define degree of our vulnerability and will form a scientific basis for development of possible options for adaptation and response measures.

**Keywords:** climate change, air temperature, climatic models, extrema, vulnerability

Важность оценки динамики текущего климата, а также ожидаемых последствий в отдельных регионах трудно переоценить. Современные исследования в области климата проводятся в условиях быстро и значительно меняющегося климата, что особо резко проявляется на протяжении последних двух десятилетий, в отличие от исследований, проводимых, в так называемых, относительно «стабильно-климатических» условиях, когда подобные изменения наблюдались в течении почти целого столетия.

**Методика исследования.** В статье были использованы метод климатического анализа отдельных элементов климата; физико-статистический метод; метод линейного тренда, метод сравнительного анализа.

Оценка возможных последствий изменения климата является одной из актуальных и в тоже время сложных проблем. В большинстве последних метеорологических научных исследований делается вывод том, что грядущие потепление, связанное с климатическими изменениями, представляет угрозу для человечества некоторыми косвенными эффектами. Причем, последствия ожидаемых изменений могут быть непредсказуемыми как в масштабах - так и по временным рамкам. Велика вероятность, того что «ускорение» изменения климата произойдет быстрее, чем это ожидалось несколько лет назад. В тоже время некоторые природные процессы, такие как извержение вулканов и последующее воздействие стратосферных вулканических аэрозолей, а так же снижение Солнечной активности могут понизить скорость изменения температуры воздуха, сдерживая потепление климата. Злободневность проблемы побудила, Всемирную Метеорологическую Организацию (ВМО) и Организацию Объединенных Наций (ООН) учредили Межправительственную группу экспертов по изменению климата (МГЭИК), основной задачей которой является выпуск с регулярными интервалами, так называемых Оценочных докладов, посвященных состоянию климата Земли и оценке его изменения в будущем. В самом последнем пятом докладе выпущенном МГЭИК в 2013-2014 гг. по поводу современного состояния атмосферы, креосферы и океана, делается вывод о том, что не осталось сомнений в том, что основной причиной изменения климата является увеличение содержания CO<sub>2</sub> и других парниковых газов в атмосфере: «Потепление климатической системы является неоспоримым фактом, и начиная с 1950-х годов многие наблюдаемые изменения являются беспрецедентными в масштабах от десятилетий до тысячелетий. Произошло потепление атмосферы и океана, запасы снега и льда сократились, уровень моря повысился, концентрации парниковых газов возросли. Факторами, влияющими на изменение климата, являются природные и антропогенные вещества и процессы, которые изменяют энергетический баланс Земли. Основной вывод состоит в том, что рост выбросов парниковых газов будет являться причиной дальнейшего потепления и изменений во всех компонентах климатической системы. По мнению ученых в общемировом масштабе можно ожидать роста числа климатических катаклизмов [1,3]. Кроме того, периоды жаркой погоды могут стать более длительными и более экстремальными по температурам. На планете будет больше дождей, но при этом вырастет вероятность засухи во многих регионах. Возможен рост числа наводнений, ураганов и роста уровня моря.

**Оценка текущего климата и уязвимости.** Наблюдаемое изменение климата, несомненно, оказало и оказывает свое влияние на климатические условия Азербайджана, что обуславливает актуальность проблемы и диктует необходимость её детального изучения. Согласно некоторым исследованиям учёных Азербайджана в республике, как и в мире наблюдаются последствия изменения климата. Как показывают данные оценки текущего климата в Азербайджане, наблюдается рост количества и интенсивность селевых явлений на реках юго-восточного склона Большого Кавказа. Последнее десятилетие ознаменовалось серией рекордов в температурном режиме. Причем рекордные значения, охватывая практически все сезоны, всё чаще фиксируются как в аномально жаркие, так и в аномально морозные периоды. В период с 1881-2014 гг. в Гянджинской зоне температура воздуха возросла: *в зимнем сезоне* на 1,3-1,9<sup>0</sup>С.; *весной* на 0,6-1,7<sup>0</sup>С.; *летом* на 0,5-1,9<sup>0</sup>С.; *осенью* на 1-1,3<sup>0</sup>С.. *В среднем за год* температура воздуха за указанный период увеличилась на 1,0 - 1,8<sup>0</sup>С. Большинство научных работ в области климата основывается на оценке изменений среднемесячных и годовых величин. Сами по себе среднемесячные и среднегодовые данные недостаточно информируют о том, как эти температуры будут распределены географически и во времени.

**На основе проведенного анализа аномалий сезонных и годовых величин температуры воздуха выявлено:**

**Число положительных аномалий в период (1881-1940 гг.):**  
**год – 10 (16,7%),**  
**зима- 12 (20%),**  
**весна – 17 (28,3%),**  
**лето – 13 (21,7%),**  
**осень – 19 случаев (31,7%)**

**В период (1941-2010 гг.) рост положительных аномалий в 3-4 раза :**  
**год – 45 (66,2%),**  
**зима – 44 (64,7%),**  
**весна – 42 (61,8%),**  
**лето, осень- 45 случаев (66,2%)**  
**от общего количества**

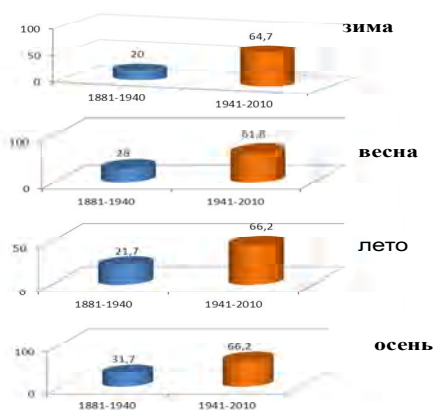


Рис. 1. Аномалии сезонных и годовых величин температуры воздуха

Некоторые ученые полагают, например, что наибольшее потепление придется на ночное время суток, когда отраженное тепло является главным фактором, разогревающим атмосферу. При этом надо отметить, что экстремумы были изучены недостаточно. Недавно стал возможен анализ долговременных изменений дневных экстремальных температур во многих регионах мира. Особенно с 1950-го года эти данные показывают уменьшение числа очень холодных дней и ночей и увеличение количества крайне жарких дней и тёплых ночей. Продолжительность периода без морозов увеличилась в большинстве средне и высокоширотных регионов обоих полушарий [7, 8]. Подобное исследование было проведено и в Азербайджане. На примере некоторых городов Азербайджана, расположенных в различных климатических зонах, а именно Шеки, Гянджы, Астары и Евлаха с применением программы RClimDex, разработанной Канадскими и Американскими экспертами, проводится трендовая оценка изменений ежедневных температурных экстремумов по 27 различным индексам за период с 1970-2000 гг. На основе специальной программы был проведен параллельно контроль качества метеоданных и гомогенизация. В результате, по отдельным индексам были выявлены интересные, статистически значимые результаты.

Как видно на рисунках 2-6 число дней с минимальной температурой выше 0<sup>0</sup>С увеличивается, то есть число морозных ночей уменьшается; число дней с минимальной температурой (ночной) выше 20<sup>0</sup>С увеличивается, одновременно уменьшается число дней с максимальной (дневной) температурой ниже 20<sup>0</sup>С и увеличивается их число выше 25<sup>0</sup>С; уменьшается число дневных максимальных температур ниже 0<sup>0</sup>С. Таким образом, оценка тенденции ежедневных минимальных и максимальных температур воздуха в различных зонах республики говорит о потеплении климата.

- Увеличилось число дней с минимальной температурой выше 20<sup>0</sup>С, выявлены положительные тренды:

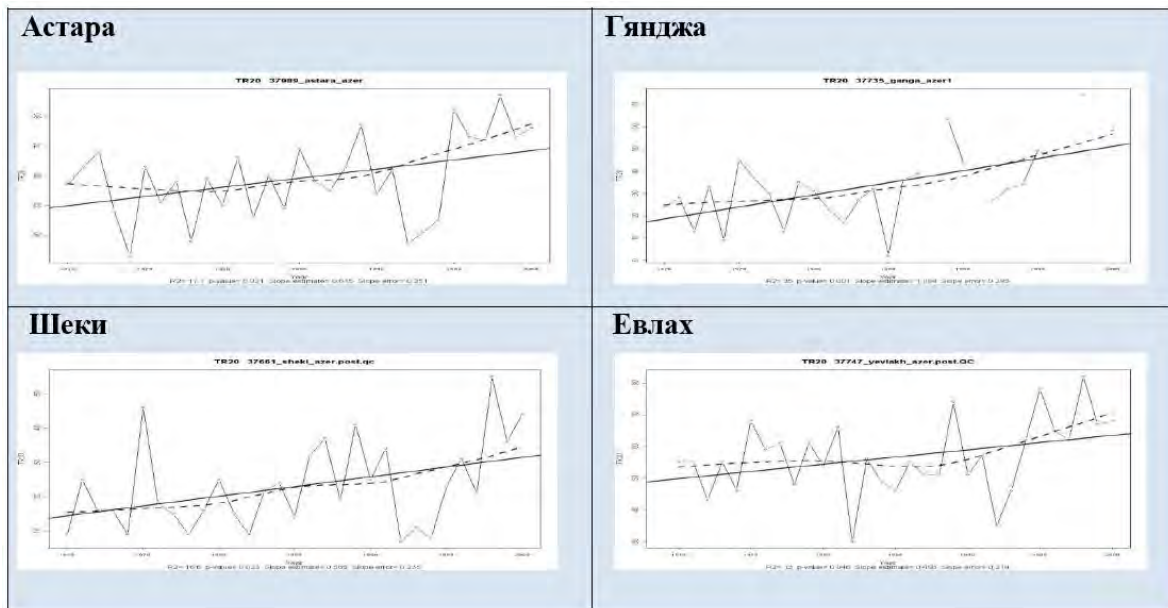


Рис. 2. Число дней с минимальной температурой выше 20<sup>0</sup>С

- Отрицательные тренды выявлены в числе дней с максимальной температурой ниже 20<sup>0</sup>С.

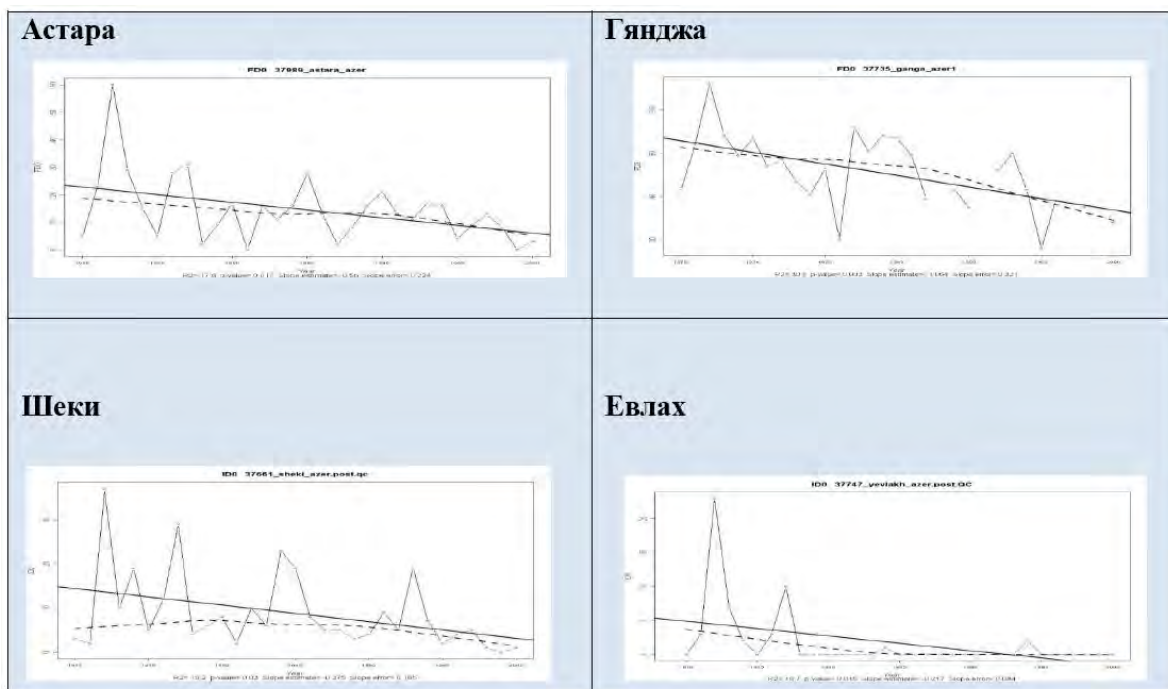


Рис. 3. Число дней с максимальной температурой ниже 20<sup>0</sup>С

- В числе дней с минимальной температурой выше 0<sup>0</sup>С выявлены положительные тренды.



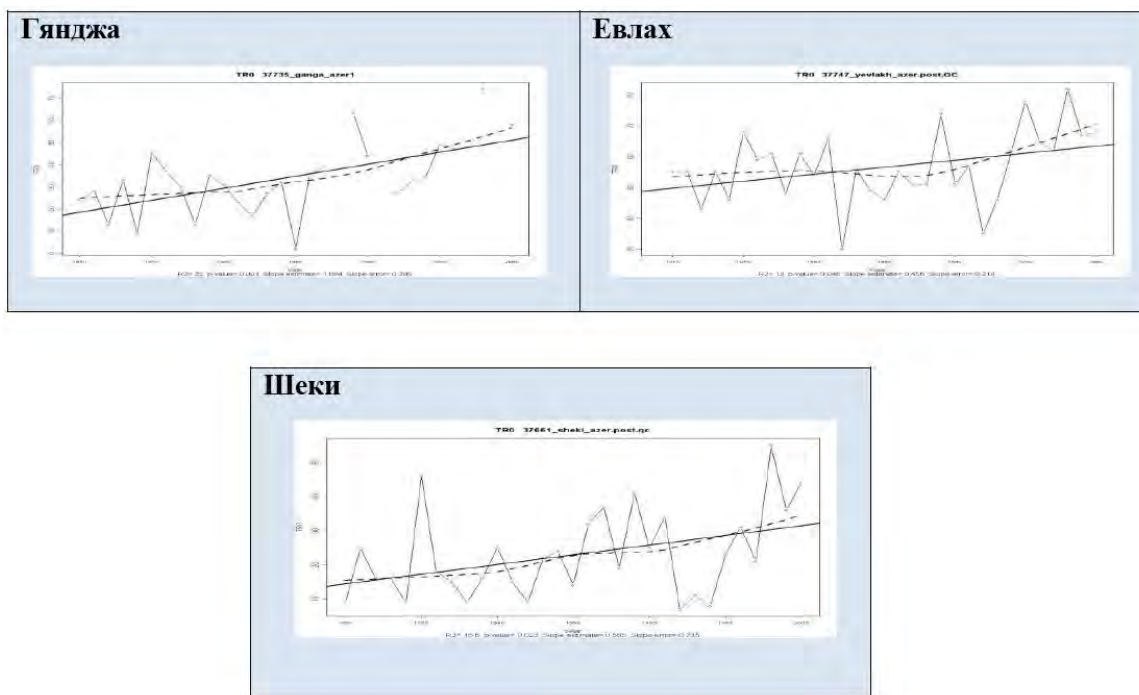


Рис. 4. Число дней с минимальной температурой выше 0°C

- Положительные тренды в числе дней с максимальной температурой выше 25°C наиболее значимыми оказались в предгорной зоне.

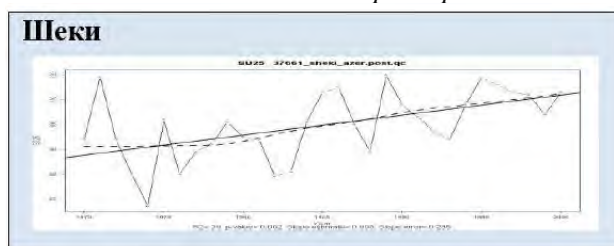


Рис. 5. Число дней с максимальной температурой выше 25°C

- Выявлено уменьшение числа дней с максимальной температурой ниже 0°C.

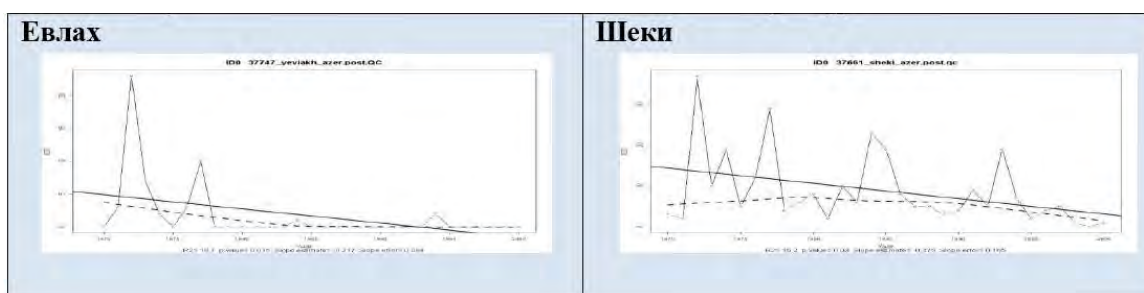


Рис. 6. Число дней с максимальной температурой ниже 0°C

Одним из проявлений глобального изменения климата в мире является увеличение повторяемости и длительности волн жары. Исследования показывают, что за последние периоды в Азербайджане преобладают положительные температурные аномалии. На примере двух городов Баку и Шеки приведен сравнительный анализ среднемаксимальных температур и выявлено их повышение, которое наиболее ярко проявляет себя в августе. В результате современного изменения климата за последние 25 лет наблюдается увеличение, как повторяемости, так и продолжительности волн жары [4,5]. Для определения аномально жарких периодов (волн жары), наблюдаемых в городе Баку и Шеки летом, была использована



информация о ежедневной максимальной температуре воздуха в течение 1961-2015 гг. Для выявления возможных изменений максимальных температур рассматривались показатели, охватывающие два периода 1961-1990 гг. и 1991-2015 гг. Исследования показывают, что в период 1961-1990 гг. в Баку и Шеки было отмечено всего 2-6 волн жары соответственно, и их (рис. 7). В течение последующих 25 лет наблюдалось 17 случаев волн жары в Баку и 23 в Шеки [4,5,6]. Нужно отметить, что пороговые значения были вычислены на основании рекомендаций ВМО и для каждого из городов, с учетом климатических условий они различны и колеблются в течении летних месяцев в интервале соответственно.

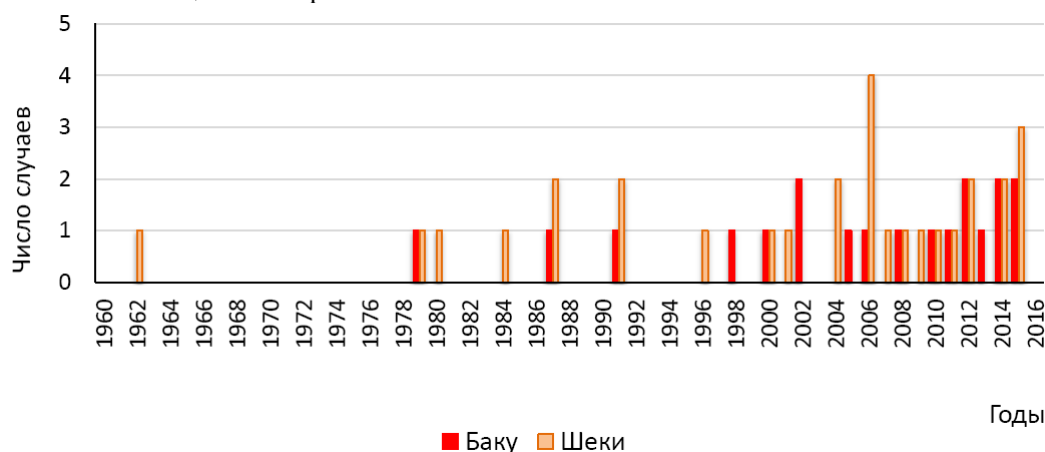


Рис. 7. Количество случаев волн жары, отмеченных в г. Баку и Шеки

Учитывая инерционность климата можно выдвинуть предположение, что и в будущем в Азербайджане тенденция повторяемости вышерассмотренных экстремумов будет сохраняться.

**Заключение.** Ученые делают важный вывод об инерционности изменений климата и их необратимости. К 2030 году в мировом масштабе ожидается рост городского населения в три раза. Этот факт имеет прямое отношение к изменению климата, поскольку именно города ответственны за потребление около 70 % мировой энергии и такое же количество выбросов CO<sub>2</sub>, связанных с энергетикой. Исследования в области климата в условиях его изменения является важной составляющей научно – информационной базы для принятия политико - экономических решений по развитию регионов. Принятие таких решений включает рассмотрение различных вариантов смягчения изменения климата или вариантов приспособления к нему путем либо успешного сосуществования с ним, либо смягчения его отрицательных последствий, либо использования его прогнозируемых воздействий. Учитывая, что воздействия климата могут носить комплексный характер (например, на состояние водных ресурсов, на рост и развитие растений, на экономику, на социальную сферу), проведение климатических исследований и анализ их результатов даёт возможность в определении степени нашей уязвимости, а также является научной основой для определения и оценки ряда возможных вариантов адаптации, что в дальнейшем может помочь в выработке сбалансированных мер реагирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Изменение климата, 2014г., Смягчение воздействий на изменение климата, Швейцария, 2015г.
2. Изменение климата, 2013г., Физическая научная основа,, Швейцария, 2013г.
3. Управление рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации к изменению климата, МГЭИК, 2012
4. ƏHMƏDOVA, S.N., TAĞIYEVA, U.R., 2016, Влияние изменения климата на волны жары в Баку и на Абшеронском полуострове, Xəbərlər Yer elmləri, Bakı, 69-72 s.
5. TAĞIYEVA, U.R., ƏHMƏDOVA, S.N. 2015, Tibbi-meteoroloji proqnozların hazırlanması üçün metodik vəsait. Bakı, 44 s.
6. АХМЕДОВА, ДЖ.Н. 2014. Влияние периодов жары на здоровье населения Абшеронского полуострова. *Терапевтический Вестник*. 3, 154-156. Алматы.
7. Xuebin Zhang, Enric Aguilar, Serhat Sensoy, Umayra Tagiyeva and others. Trends in Middle East climate extreme indices from 1950 to 2003, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.110, 12PP., 2005, USA
8. Изменение климата, 2007, Физическая научная основа, ВМО, ЮНЕП стр 114

## BIOMONITORING AND METHODS OF GREEN PLANTINGS PROTECTION FROM ENVIRONMENTAL HAZARDS

*Candidate of Biological Sciences Glibovytska N. I.*

*Ukraine, Ivano-Frankivsk, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**Abstract.** *The perspective of bioindicative methods of studying the green plantations living conditions of inhabited territories is analyzed, which makes it possible to identify valuable species-indicators of a specific ecological situation and types of remediants of the environment. Woody plants that are sensitive to the complex influence of environmental factors are expedient to use in greening of cities recreational zones, and woody plants that are resistant to stressful growing conditions can be used in landscaping of areas near transport highways and industrial sites.*

*The most informative bioindicative parameters of woody plants living condition at all levels of the biosystem organization are singled out. Physiological and biochemical studies of phyto objects are carried out at the molecular and cellular levels, cumulative – at the tissue level, morphological – at the organ, organism and population-species level.*

*The modern methods of protecting green plantations from unfavorable environmental factors are systematized. The most expedient is the combination of all methods of care for tree plants in a single system of integrated protection, which will allow to timely identify and eliminate the causes of deterioration of the functional state of urban phytocoenoses.*

**Keywords:** *bioindication, green plantings, phyto-protection methods, ecological factors, environment.*

**Introduction.** Green plantations play an extremely important role in urban ecosystems, which is due to their environment-specific function. Being in an urbanized environment, green plantations are the primary recipients of the ecological factors and react with a number of adaptive or destructive changes [3, 4]. The nature of these changes can be judged on the ecological state of the environment, the level of adaptive capacity of the plant to adverse growth conditions [8]. In this regard, it is possible to draw conclusions about the use of woody plants as bioindicators or phytodesigners of the environment. At the same time, there is a need to protect plantings from adverse environmental factors of biotic, abiotic and anthropogenic origin. Therefore, the actual task of ecology is the development and implementation of effective care methods of phytocoenoses of urbanized ecosystems in order to maintain the phytomelioration and decorative role of plants.

**Research results.** Environmental monitoring as a way to determine the state of the environment involves the use of analytical methods for the study of abiotic components of ecosystems and methods of biomonitoring. Biological monitoring methods are priorities in the bioecological direction, since they allow simultaneously to study the vitality of plants in specific growth conditions and to assess the ecological situation of the research area. The most promising direction of biomonitoring is the biological indication that allows us to assess the ecological situation of a certain area with the help of living organisms [9].

Bioindicative studies of woody plants included in the greening complexes of inhabited areas are very informative and are carried out at all levels of the biosystem hierarchy: from molecular to population-specific [5, 7]. The most promising markers of plants that grow in conditions of anthropogenic influence are physiological and biochemical, which characterize the intensity and correlation of assimilation and dissimilation processes of the organism. These processes can be traced to the molecular level of the biosystem organization, which is the basis for the appearance of certain visible features and properties of the organism. The content of photosynthetic pigments, macrometabolic composition of leaves, enzymatic activity and buffer capacity of the internal environment of leaves are the most sensitive parameters to stressful environmental effects. Plant species that are perspective in the bioindicative relation, react to adverse conditions of growth by decreasing assimilation processes, increasing catabolism and lowering the buffering stability of cells. However, each species is characterized by an individual rate of reaction, the ability to withstand fluctuations of environmental factors. Adaptive features of plants are of a special interest of scientists, since they provide an opportunity to discover molecular mechanisms of protection and stress control.

In particular, it is known that in response to environmental pollution, the adaptive reaction of plants is the synthesis of tread protein compounds and lipids. The main enzymes of antioxidant plant protection are superoxide dismutase, catalase, peroxidase, glutathione reductase, whose activity increases directly in proportion to the intensity of the unfavorable environmental factors [12].

At the cellular level of the biosystem hierarchy, the most informative indicators of the plant life state are the presence of chromosomal aberrations in cells and the fertility of male gametophytes.

The cumulative properties of green plantations determine the suitability of plants for selective or complete absorption of the pollutants from the abiotic environment and accumulation or their detoxification in plants tissues. Depending on this, the types of indicators, eliminators and accumulators of toxicants are distinguished. The content of ash elements in plant organs is an indication of the environmental pollution by heavy metals and an indicator of the presence in the plants of mechanisms for counteracting the ingestion of pollutants in the body [1].

The type and degree of necrotic lesions of leaves, the coefficient of asymmetry and the area of leaves, the mass of vegetative and generative organs are the indicators used in morphological phytodynamics, and are characterized by relative simplicity and informativeness. Growth and development of plants are classical indicators of the favorable environment of these organisms. At the level of the organism, promising indicators of the functional state of plants are the level of defoliation and dehromatation of the crown, the presence of pests and diseases of plants. Also, the ecological situation of a certain city area reflects the phenological characteristics of individuals of a certain species. The clear consistency of phenological phases, their duration and sequence is a reflection of the functional state of the plant and the environmental favourability for the successful vitality of organisms.

Population-specific level of biosystem organization involves analysis of the dominant plant life strategy in specific growth conditions. Such studies are convenient and appropriate for herbaceous plants of natural and anthropogenically transformed areas or for woody plants of natural ecosystems. This is due to the lack of the natural environment and the conditions for generative reproduction of woody plants that grow in populated areas. This explains the priority of growth processes and the accumulation of trees biomass in urban environments [6].

In analyzing the resistance of plants that are part of the greening complexes of urban areas, there is a need to protect sensitive species from unfavorable living conditions and maintain a functional state of resistant species with the aim of improving their phytomelioration function and extending longevity.

The effective methods of protecting green plantations are: agrotechnical, biological, genetic, chemical, integrated protection [10].

Agrotechnical method provides the correct, timely and systematic care of established plantations with the removal in the first place of all patients, infected and weakened trees or their parts. In order to rejuvenate the plants, to reduce the distance between the root system and the assimilation apparatus, the development of the prevailing kidneys conducts the trimming of the trees crown during the period of plants rest [11]. Maintenance of the sanitary condition of the plantations involves the irrigation of the trees crown with water during the dry period, which prevents the accumulation of dust on the leaves and the decrease of photosynthetic activity. The agricultural method also includes the reconstruction of plantations by changing their composition and improving the soil. Efficient fertilization of soil, drainage, soil washing are necessary for proper growth and development of plants.

Biological, genetic and chemical methods are aimed at combating pests. The biological method involves the use of biological control agents after entomophagous pests and is based on the use of antagonistic interspecies interactions existing in nature. The genetic method is based on the possibility of changing the genetic structure of the pest by irradiation or chemical treatment of individuals, which leads to a reduction in the viability of the pest. The chemical method involves the use of pesticides of organic and inorganic origin, that are toxic to pests. Pesticides are divided according to the chemical composition, objects of use, the nature of the action and the way of penetration into the organism of the pest.

Integrated protection is a scientifically sound combination of all the above-mentioned methods of protecting green plantations in order to maintain their functional state [2].

**Conclusions.** Bioindicative study of woody plants of urbanized ecosystems is a promising method of ecological monitoring that allows to determine ecological state of the environment based on the reactions of phyto objects, to identify resistant and sensitive species, to competently create complexes of green plantations in different functional zones of urbanized areas. When monitoring the state of green areas of cities, it is expedient to use a complex of bioindicative research at all levels of

the biosystem organization from molecular to population-specific, which will enable to identify the plant life condition, expediency and prospects in the greening of a particular territory.

In order to maintain vitality and phytomeliorative function of plants, timely care is required for them. Application of the integrated method of tree plants protection, combining agrotechnical, biological, genetic and chemical methods, will help to maintain a good functional state of plantings and prolong their life in urban environment.

## REFERENCES

1. Baker A. J. M. Accumulators and offsets strategies in the response of plants to heavy metals / A. J. M. Baker // *J. Plant Nutr.* - 1981. - Vol. 3. P. 643-654.
2. Fedorenko V. P. Strategy and tactics of plant protection / V. P. Fedorenko. - K.: Alpha Stevia, 2012. - 503 p.
3. Glibovytska N. I. Ecological stability and fitomeliorative suitability of wood species of urbanized ecosystems / N. I. Glibovytska // *Bulletin of Kharkiv National University named after V. N. Karazin Series "Biology"*. 2017. Issue 28. P. 12-21.
4. Glibovytska N. I., Parpan V. I. Small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.) as a bioindicator of pollution of urbanized areas with heavy metals // *Ecology and Noosphereology*. - 2013. - Vol. 24, No. 3-4. - P. 89-96.
5. Glibovytska N. I. Woody plants, vitality of urban areas and prospects of their greenery / N. I. Glibovytska, Y. A. Adamenko // *Scientific Bulletin of the North University Center of Baia Mare*. - 2017. - V. XIXI. - No. 1 - P. 21-34.
6. Kapelyush N. V. Influence of aerogenic pollution on indicators of assimilation apparatus of wood plants of Zaporozhye city / N. V. Kapelyush // *Bulletin of Zaporizhzhya National University. Biological sciences*. - 2012. - No. 3. - P. 111-115.
7. Kordyum E. L. Cellular mechanisms of adaptation of plants to unfavorable effects of environmental factors in natural conditions / E. L. Kordyum. - K.: Naukova Dumka, 2003. - 277 pp.
8. Korshikov I. I. Urbo-technological environment as an integral factor of adaptation of plants / I. I. Korshikov, P. S. Gnativ // *Industrial botany*. 2004. - No. 3. - P. 78-002.
9. Melekhova O. P. Biological control of the environment: bioindication and biotesting / O. P. Melekhova, E. I. Egorova. - Moscow: Publishing Center "Akademiya", 2007. - 288 p.
10. Pisarenko V. M. Plant Protection: Environmentally Sound Systems: Textbook / V. M. Pisarenko. - Poltava: Inter Graphics, 2002. - 288 p.
11. Ponomareva O. A. Comparison of the medium cetera role of the growing crown of trees after deep rejuvenation cutting and young plants / O. A. Ponomarev, V. P. Bessonova // *Questions of bioindication and ecology*. - Zaporozhye: ZNU, 2012. - Vip. 17, No. 1. - P. 183-189.
12. Yusypiva T. Dynamics of the content of photosynthetic pigments in leaves of woody plants under technogenic growth conditions / T. Yusypiva, V. Wegerich // *Visnyk of Lviv National University. Biological series*. - 2014. - Vip. 65. - P. 189-196.



# CHEMICAL COMPOSITION OF SPENT LIQUORS AFTER PERACID DELIGNIFICATION OF PLANT WASTE OF AGRICULTURE

*Ph.D. Halysh V.,  
Ph.D. Deykun I.,  
Ph.D. Trembus I.*

*Ukraine, Kyiv, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”*

**Abstract.** The aim of this study is investigation of chemical composition of spent liquors after peracid delignification of plant waste of agriculture, in particular *Brássica nápus* straw. The delignification process with peracetic acid was studied. The influence of solid to liquor ratio and temperature of peracid treatment of straw on the dissolution of the components of raw materials and efficiency of lignin removal from it, the content of dry residue and ash content was researched. It was shown that the intensity of oxidation of lignin and low molecular weight polysaccharides during delignification took place with the increasing both studied parameters of delignification process. The ways of further effective processing of spent liquors after peracid treatment of *Brássica nápus* straw are proposed.

**Keywords:** plant waste, delignification, peracetic, spent liquors, dry residue, ash.

**Introduction.** The steady growth in demand for various types of pulp and paper products, as well as the shortage of raw materials for their production, necessitates the use of non-woods for the production of fiber materials. Different plants were offered to obtain pulp: jute [1], bamboo [2], grass [3], wheat straw [4], corn stalks [5]. One of the sources of such raw materials can be the straw of *Brássica nápus* which is cultivated for oil-rich seeds. The straw that is not used in agriculture can be considered as an alternative to wood for the production of pulp and cardboard and paper products [6].

Existing technologies of cellulose production have a negative impact on the environment. In the sulfate method of pulping, spent liquors, accounting are burned in the process of regeneration of chemicals, and the environment contaminated with a highly toxic, lethal products such as hydrogen sulfide, mercaptan, etc. A significant disadvantage of sulfite pulping technology is the lack of regeneration of chemical reagents and the production of unprocessed lignosulfonates with limited application as a by-product.

The search for fundamentally new non-waste technologies for the production of pulp is carried out in various directions, including biological synthesis of cellulose, enzymatic delignification of wood and solvolytic delignification in organic solvents. The processes of solvent pulping are characterized by a lower temperature and much shorter time than traditional ones [7]. Solvent technology allows one to build environmentally friendly plants of small productivity, which are as close as possible to the sources of raw materials. In the process of pulping spent liquors, which contains more than half of organic substances of plant material in the modified form, is formed.

The solvolytic methods of delignification make it possible to utilize hemicelluloses and to obtain reactive lignin from spent liquors with further effective application for different purposes. The use organic substances of spent liquors can increase not only the economic efficiency of the methods of obtaining pulp, but also increase the profitability of production in general. At the same time, the problem of environmental protection can be solved, as the wastes has a minimum content of harmful substances.

The aim of the research work is to investigate chemical composition of spent liquors after peracid delignification of straw of *Brássica nápus* in different conditions, in particular dry residue and ash.

**Experimental.** Straw of *Brássica nápus* with the content of cellulose, lignin, pentosans, wax and resins, ash of 37.7, 26.4, 29.6, 3.6 and 7.2, respectively, was used as a raw material. The delignification of straw with peracetic acid at different solid to liquor ration (5–9:1) and temperature (70–90 °C). The concentration of paracetic acid was 10 % and the time of the process was 120 min. The straw was delignified in water baths using reciprocating refrigerators to prevent the loss of components of the solution. At the end of pulping, the spent liquor was taken in separate flask for further analysis.

The analysis of the spent liquors was carried out in accordance with the procedure described in [8].

**Results.** To investigate the influence of temperature of the delignification process on the composition of spent liquor, the pulping of straw was carried out at the 70, 80 and 90 °C. The results are shown in Fig. 1.

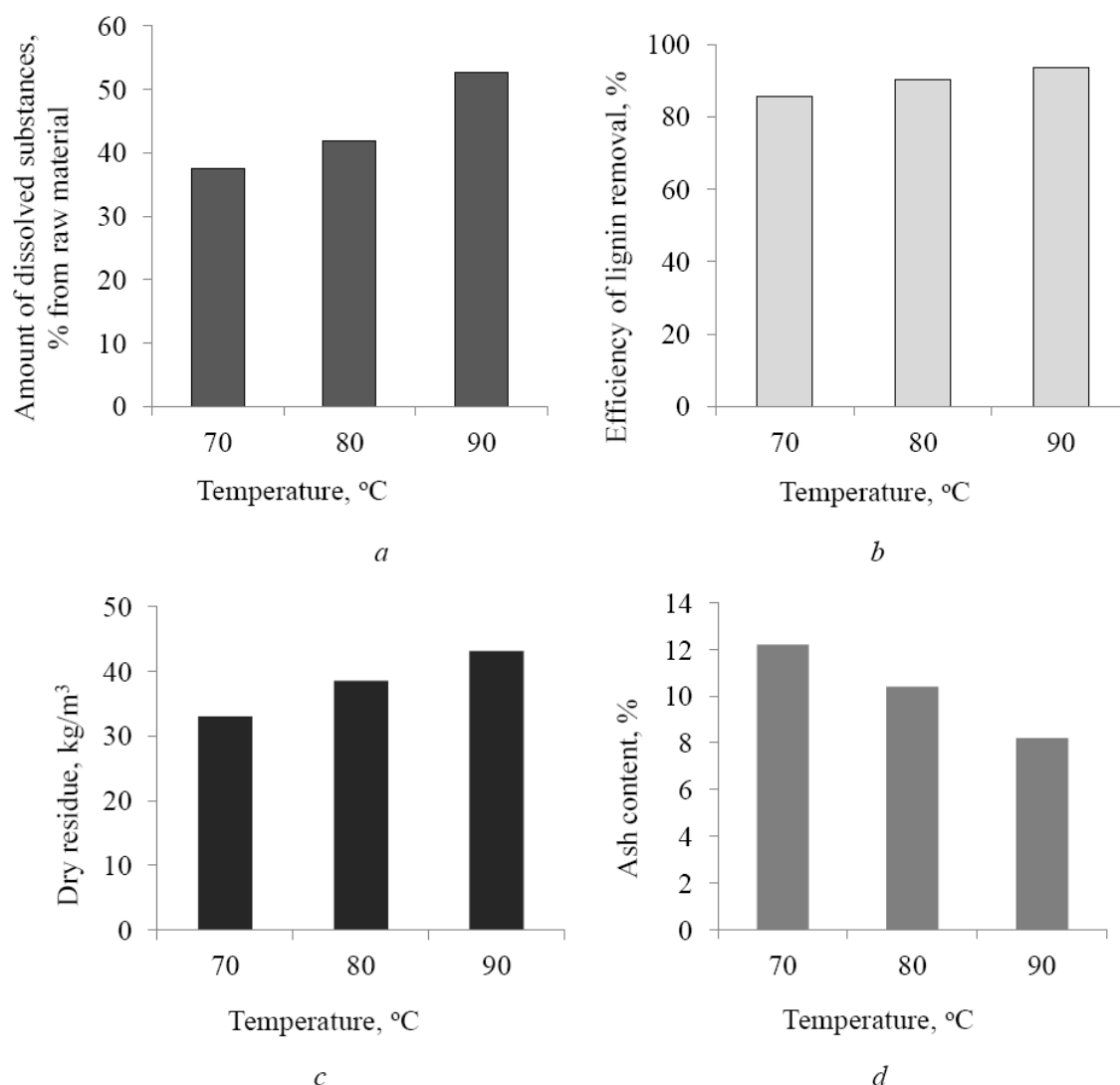


Fig. 1. Influence of temperature of peracetic delignification of straw on amount of dissolved components of raw material (a), efficiency of lignin removal from straw (b), dry residue (c) and ash content (d) of spent liquors

As can be seen from the data, the increase in the temperature from 70 °C to 90 °C leads to a increase the amount of dissolved substances significantly, while the efficiency of lignin removal decreases slightly. At the same time, the increase in the temperature from 70 °C to 90 °C leads to an increase in the dry residue due to the intensification of the process of diffusion from plant material of different extractive substances, lignin, as well as products of oxidation of polysaccharides, and mineral substances to the spent liquor. At the same time, the ash content decreases.

An important factor in the process of delignification along with temperature is the ratio of solid to liquor, which determines the nature of the diffusion processes in plant material during delignification. To study the influence of such parameter on spent liquor composition, a series of *Brássica nápus* straw pulping was done with a solution of peracid of 10.0 % at 90 °C, during 120 min. As can be seen from the data in Table 1, pulping at 5:1 solid to liquor ratio allows one to get lower amount of dissolved components of raw material and get spent liquor with low content of dry residue as a result of incomplete delignification of straw. Diffusion restrictions on the transfer of oxidative reagents from the pulping solution to the intercellular space of the raw material lead to inhibition of

the processes of oxidation of lignin, complicate the diffusion of the fragments of oxidized lignin from straw to the spent liquor.

The increase in the value of the solid to liquor ratio to 9:1 contributes to reducing the diffusion limitations of the process of transition of delignification products to the pulping solution, Under these conditions, the dry residue content of the spent liquor is significant, which is obviously the result of the transition to a solution not only of products of the oxidation of lignin, but also of a significant part of low molecular weight polysaccharides.

Ash of spent liquor is represented by mineral substances of plant raw material and with the increase of dry residue of the spent solution, the ash decreases.

Table 1. Influence of the solid to liquor ratio on dry residue and ash content of spent liquors

Solid to liquor ratio	Amount of dissolved components, % from raw material	Efficiency of lignin removal, %	Dry residue, kg/m <sup>3</sup>	Ash, %
5:1	46.1	89.4	39.9	14.5
7:1	52.8	93.6	43.2	8.2
9:1	60.3	96.6	55.1	3.9

Obtained spent liquor can be used for further processing, for example, with the application of evaporation. The regenerated distillate can be returned to the delignification process, and from the cubic remnant can be used for precipitation of a low molecular weight lignin, which can be used in the production of phenol-formaldehyde resins, for chemical processing into phenolic products, also as a filler of plastic, linoleum, for reducing the viscosity of drilling fluids and in other directions.

The other way for spent liquor effective utilization is its application in pulping process (up to 60 %) together with the fresh peracetic acid solution.

**Conclusions.** The influence of technological parameters of the delignification process (solid to liquor ratio and temperature) *Brássica nápus* straw on the characteristics of the spent liquors were investigated.

It was established that increase in solid to liquor ratio and temperature of the leads to increase in dry residue content due to the intensification of the process of diffusion from plant material of different extractive substances, lignin, as well as products of oxidation of polysaccharides, and mineral substances to the spent liquor.

## REFERENCES

1. Sarwar Jahan M., Al-Maruf A., Quaiyyum M. A. Comparative studies of pulping of jute fiber, jute cutting and jute caddis. *Bangladesh J. Sci. Ind. Res.*, 2007, 42, P. 425–434.
2. Okan O. T., Deniz I., Yildirim I. Bleaching of bamboo (*Phyllostachys bambusoides*) kraft-AQ pulp with sodium perborate tetrahydrate (SPBTH) after oxygen delignification. *BioResources*, 2013, 8, P. 1332–1344.
3. Kamoga O. L. M., Kirabira J. B., Byaruhanga J. K., Godiyal R. D. Anupam K. Characterization and evaluation of pulp and paper from selected Ugandan grasses for paper industry. *Cell. Chem. Technol.*, 2016, 50, P. 275–284.
4. Liu Z., Cao Y., Yao H., Wu S. Oxygen delignification of wheat straw soda pulp with anthraquinone addition. *BioResources*, 2013, 8, P. 1306–1319.
5. Barbash V., Trembus I., Nagorna Y. Pulp obtained from corn stalks. *Chem. Chem. Technol.*, 2012, 6, P. 83–87.
6. Barbash V. A., Poyda V. V., Deykun I. M Peracetic pulp from annual plants. *Cell. Chem. Technol.*, 2011, 45, P. 613–618.
7. Mohammadi-Rovshandeh J., Talebizadeh A., Rezayati-Charani P. Pulping of rice straw by high boiling solvents in atmospheric pressure. *Iran. Polym. J.*, 2015, 14, P. 223–227.
8. Nikitin V. M., Obolenskaya A. V., Shcheglov V. P. *Chemistry of wood and cellulose*. Moscow: Forest. Industry, 1978, 367 p.

## AGROECOLOGICAL STATE OF SOIL COVER OF BEREZNIIVSKIY REGION RIVNE AREA

<sup>1</sup>Master of agriculture, doctoral candidate Matviichuk B. V.,  
<sup>2</sup>Master of agriculture, Associate Professor Dovbysh L. L.,  
<sup>2</sup>Master of agriculture, Associate Professor Orlovskiy M. Y.,  
<sup>2</sup>Master of agriculture, Associate Professor Kropyvnytskyi R. B.,  
<sup>2</sup>Master of agriculture, Associate Professor Kravchuk M. M.

<sup>1</sup>Ukraine,  
<sup>1</sup>Poltava State Agrarian Academy;  
<sup>2</sup>Zhytomyr National Agroecological University

**Abstract.** The article provides ecological and agrochemical assessment of soil of Bereznivskiy region Rivne Area. It is established that prolonged heavy use of soil area resulted in a decrease of humus content in soils major area by 0.06 %, phosphorus - 2.2 mg/kg, potassium - 2.7 mg/kg of soil, compared with the previous round of the survey. The lead content in soils of the area ranges from 0.1 to 24.1 mg/kg, of cadmium - 0,01-1,93 mg / kg, zinc - 0,2-36,2 mg/kg, of copper - 0.1-17.7 mg/kg, of mercury - 0,03-0,08 mg/kg.

**Keywords:** agroecological state, soil, humus, phosphorus, potassium, cadmium, zinc, copper, mercury, agro-ecosystem

**Formulation of the problem.** The problem of the protection and rational use of land, in our time, is extremely relevant, both in our country and around the world.

Constantly growing negative impact of human activity often leads to catastrophic state of the environment, which is determined primarily by the destruction and even rupture of constant interrelation in living ecosystems [1, 2].

Modern environmental and economic conditions, the energy crisis, obsolete and physically destroyed farm equipment, lack of organic fertilizers, intensive plowing of sloping land led to disruption of farming systems, increased degradation processes, soil erosion and run-off, the acidity, weed-infested and so on. In pursuit of high yields, the soil began to plow deeper and more often, being poured with huge amounts of fertilizers and pesticides. As a result, huge areas lost the ability to absorb and hold water, their structure degraded, soils became saturated with harmful chemicals [3].

Due to the extensive development of agriculture and forestry, inefficient maintenance reserve and other nature protection, area ratio of arable land disrupted natural grasslands forest and water resources and as a result - an intensive development of erosion, compaction arable soil, reducing its fertility.

Therefore, the rational use of land in agricultural development and effective application of complex measures of control and soil fertility management are not possible without understanding their actual agroecological conditions. So we are talking about a qualitative assessment of the soil at this level when you take into account not only productivity, but also contamination, heavy metals, pesticides and other toxicants [5].

In recent years, there are significant adverse changes in the quality of soil due to increased intensity of the impact of anthropogenic and technogenic factors on land resources. Unbalanced load on all categories of land has reached a level at which catastrophic consequences not only for the whole system of nature, but also for the social sector in general are possible. According to statistics, there was the tendency of worsening the quality of the fertility of land. Of particular concern is the rise in recent years of technological processes and violations of water pollution and chemical indicators of soil quality [6, 7].

**Analysis of recent research.** Under current conditions, reliable means of restoring sustainable agro-ecosystems functioning of Polissia area is the greening of agricultural production. In this connection it is necessary to forecast agroecological situation, improving the management of fertility and productivity of agrocenoses in specific soil and climatic and economic conditions, on the basis of a detailed assessment of agroecological soil conditions in the region.

In agricultural ecosystems, ecological balance between synthesis and decomposition of organic matter, which led to the deterioration of nutrient, water, air and other modes of soils is deteriorated. The greatest danger for soil cover of Polissia are the processes of dehumification and decalcification, the intensity of which is increasing annually.



The impact of anthropogenic factors on physical - chemical, agrochemical and agrophysical degradation of soil Woodlands of Ukraine is studied by many scientists: V. A. Kovda, Yu. A. Zlobyn, B. M. Mirkin, G. A. Bulatkyn, V. V. Laryonov, V. V. Lisovyi, V. I. Kisel, V. V. Medvedev, R. S. Truskavets and others, but now it is still important and urgent.

**Materials and methods of research.** Comprehensive assessment of the state of agroecological farming of arable land is based on the analysis and synthesis of source materials, statistical data and soil-agrochemical, ecotoxicological monitoring using evidence-based criteria, standards, regulations.

Assessment of climatic conditions performed according to years of systematic observations of Rivne Hydrometeocentre, agro-climatic handbooks and technical report on the comprehensive updating soil map area.

Data processing of agrochemical certification of agricultural land of Bereznivskiy region, held in 2009, by "Obldzhrodyuchist."

The selection of soil samples was carried out to a depth of 0 - 20 sm.

Laboratory analytical tests to determine the agrochemical properties of soils were conducted by conventional methods: humus by Turina (GOST 26213-91), pH - potentiometrically (GOST 26483-85), mobile phosphorus - by Kirsanovs (GOST 26207-84) and modified by Machyhina (ISO 4114-2002); heavy metals in soil were determined at atomic adsorption spectrometer P-115 by the ZINAO method.

Mathematical statistical analysis and results analysis were carried on "Excel" at PC [4].

**Results.** The reaction of soil solution plays an important role in the development of plants and soil microorganisms, affects the speed and direction of motion in its chemical and biochemical processes. The acquisition of plants batteries, the intensity of microbial activity, mineralization of organic matter, soil degradation and dissolution of minerals of various soluble compounds, coagulation and peptization of colloids and other physical and chemical processes, determine the response of soil.

Acidic reaction of soil among the adverse environmental factors, hindering the growth and development of most crop species. Acid reaction is the characteristic of sod-podzolic and bog soils, neutral – of black. All crops are differently related to the degree of acidity of the soil, as a culture has a pH range at which it grows well and develops.

In total surveyed area of acid soils, as shown in Table 1, with  $\text{pH} \leq 5,5$  there 15,999.9 ha (74.5 %) of them are strongly acidic ( $\text{rN} \leq 4,5$ ) - 5400.5 ha (25.1 %), moderately acidic ( $\text{pH} 4,6-5,0$ ) - 6023.8 ha (28.0 %), slightly acidic ( $\text{pH} 5,1-5,5$ ) - 4575.6 hectares (21, 3 %). Area of soils that have reaction medium is neutral ( $\text{pH} 5,6-6,0$ ) is 3232.4 hectares (15.0 %). Total area of neutral soil  $\text{pH}$  of 6,1-7,0 is 2271.4 hectares (10.5 %).

Table 1. Description of land farms of Bereznivskiy region in terms of pH

Surveyed area, thousand ha	Area of soil by reaction environment											
	Very acidic <4,5		Acidic 4,1-4,5		Medium acidic 4,6-5,0		Weakly acidic 5,1-5,5		Close to neutral 5,6-6,0		Neutral 6,1-7,0	
	Thou-sand ha	%	Thou-sand ha	%	Thou-sand ha	%	Thou-sand ha	%	Thou-sand ha	%	Thou-sand ha	%
21,50	1,09	5,1	4,31	20,0	6,02	28,0	4,58	21,3	3,23	15,0	2,27	10,5

Because of harmful impact on the soil, anthropogenic and abiotic factors, technological use of soil in large parts of Ukraine lost 10-25 % of organic matter, virtually all the arable land in the subsoil layer of compacted, significantly reduced inventories of nutrient forms of phosphorus and potassium. Reduced calcium content in acid soils and thus extends unstructuring, crust formation, overcompaction of topsoil and, consequently, reduced productivity of agricultural crops.

If the trend remains the same, in the nearest future Ukraine may be on the verge of starvation humus - a major environmental disaster. And then there is no land treatment, reclamation, environmental, organizational and economic measures that can recover potential crop land.

If not to compensate ground that what is taken, it violates the basic law of agriculture - the law of return.

Table 2. Agrochemical characteristics of land by humus content, mobile phosphorus and exchange potassium preliminary rounds and final examination

Name of administrative-territorial unity	The humus content, %		Phosphorus content, mg/kg of soil		Potassium, mg / kg of soil	
	preliminary round	last round	preliminary round	last round	preliminary round	last round
Bereznivskiy region	1,76	1,70	78,2	76,0	51,7	49,0
By area	1,97	1,92	116,3	166,0	69,4	67,3

When comparing the two rounds of inspections (tab. 2), the main agrochemical indices of soil Bereznivskiy region decreased: humus by 0.06 %, phosphorus - 2.2 mg/kg, potassium - 2.7 mg/kg of soil.

If the trend remains the same, in the nearest future Ukrainian soils, as well as Bereznivskiy region may be on the verge of a major environmental disaster. And then there are no land treatment, reclamation, environmental, organizational and economic measures that can recover potential crop of land.

The current status of the soil depends on many diverse factors. The development of industrial production, transport, agriculture and municipal biosphere pollution causes various man-made compounds. A significant amount of pollutants is emitted, ultimately entering the soil, that accumulates to a much greater extent than the atmosphere and water sources. This is due to the fact that most of all the processes of mineralization of organic residues and metabolism between the Earth's crust, hydrosphere, atmosphere and living organisms are held in the soil.

In the study area (Table. 3) in 2011, an increase of pollutant emissions was seen, if compared to 2009. However, emissions in the region decreased.

The density of emissions from stationary sources of pollution per kilometer square area was 152 kg to 130.9 kg in 2009, the per capita population 4.2 and 3.6 kilograms respectively.

Table 3. Emissions of pollutants into the atmosphere from stationary sources of pollution

Administrative unit	The volume of total emissions, t.		The density of the emission kg / km <sup>2</sup>		Per capita, kg	
	2009	2011	2009	2011	2009	2011
By area	16210,0	9971,5	808,4	497,3	14,1	8,7
Bereznivskiy region	223,7	260	130,9	152	3,6	4,2

Intensive industrialization in Ukraine, led to a problem of technogenic pollution of soils with heavy metals, including also Polissia region.

Analyzing the level of soil contamination with heavy metals (tab. 4-8), it should be noted that 99,3-100 % of surveyed soils content to 0.5 MAC.

Lead content (tab. 4) in the soils of the area ranges from 0.1 to 24.1 mg / kg, of cadmium - 0,01-1,93 mg/kg, zinc - 0,2-36,2 mg/kg, copper - 0,1-17,7 mg/kg, of mercury - 0,03-0,08 mg/kg. Soil contamination by heavy metals of MPC was not found. Tables 4-8 show the distribution area for the content of heavy metals in soils of the study area.

Table 4. Distribution of the surveyed areas of Bereznivskiy region farmland for lead content

Surveyed area, thous. ha	Distribution of the levels of pollution, thous. ha					
	Up to 5,0 mg/kg	5,1-10,0 mg/kg	10,1-15,0 mg/kg	15,1-20,0 mg/kg	20,1-25,0 mg/kg	More than 25,0 mg/kg
10,598	6,003	4,145	0,372	-	0,078	-

In the area of soils of 6.003 thousand ha, a low level of lead is observed. In this area its concentration is up to 5.0 mg / kg of soil. Only 78 ha of its concentration reaches more than 20.1 mg / kg.

Table 5. Distribution of the surveyed areas of Bereznivskiy region farmland for cadmium content

Surveyed area, thous. ha	Distribution of the levels of pollution, thous. ha					
	Up to 0,20 mg/kg	0,21-0,50 mg/kg	0,51-1,0 mg/kg	1,01-1,50 mg/kg	1,51-2,0 mg/kg	More than 2,0 mg/kg
10,598	7,524	2,665	0,409	-	-	-

Minor content of cadmium (0.2 mg / kg) was observed at 7.524 thousand ha, and high (0,51-1,0 mg/kg) - only at 409 ha of (tab. 5).

Table 6. Distribution of the surveyed areas of Bereznivskiy region farmland for copper content

Surveyed area, thous. ha	Distribution of the levels of pollution, thous. ha					
	Up to 7,0 mg/kg	7,1-14,0 mg/kg	14,1-21,0 mg/kg	21,1-28,0 mg/kg	28,1-35,0 mg/kg	More than 35,0 mg/kg
10,598	10,284	0,314	-	-	-	-

In the area of soils of 10.284 ha low copper content is observed, its concentration reaches 7 mg / kg. Soils with high concentration (7,1-14mh / kg) occupy only 314 ha of ground (tab. 6).

Table 7. Distribution of the surveyed areas of Bereznivskiy region farmland for zinc content

Surveyed area, thous. ha	Distribution of the levels of pollution, thous. ha					
	Up to 16,0 mg/kg	16,1-20,0 mg/kg	20,1-40,0 mg/kg	40,1-60,0 mg/kg	60,1-80,0 mg/kg	More than 80,0 mg/kg
10,598	9,993	0,162	0,443	-	-	-

Minor zinc content (up to 16.0 mg / kg) was found in the soil at area of 9,993 ha, higher concentrations (20,1-40,0 mg / kg) on area of 443 ha (tab. 7).

Table 8. Distribution of the surveyed areas of Bereznivskiy region farmland for mercury

Surveyed area, thous. ha	Distribution of the levels of pollution, thous. ha					
	Up to 0,10 mg/kg	0,11-0,20 mg/kg	0,21-0,50 mg/kg	0,51-1,00 mg/kg	1,01-1,50 mg/kg	More than 1,50 mg/kg
5,607	5,607	-	-	-	-	-

In soils of the area low level of mercury is detected. In the area of 5.607 ha surveyed its concentration reaches 0,10 mg/kg (Table. 8).

To increase the fertility of sod-podzolic soils one should carry out activities such as fertilizing, liming, the gradual deepening of the topsoil, planting lupine fertilizer. Particularly problematic introduction of phosphate fertilizers. We recommend using phosphate flour, making local practice phosphate fertilizers. In light soils should be used as organic fertilizer and potash, very effective green manure, crop perennial grasses. Among organic fertilizers the preference should be given to peat compost manure.

The complex measures for culturing leads to the predominance of humic-accumulative process, improve the quality of humus, increase of NRA.

In sandy loam and sod-podzolic loamy soils it is needed to add 50-60 t/ha of organic fertilizer in the fall or during a previous culture. Soluble fertilizers, the active ingredient which is not absorbed by the soil (especially sodium nitrate, calcium and ammonium) and is easily washed out, should be added mostly in spring and during the growing season.

Turf loam soils used in field crop rotations and for improving grasslands. They spend flaky stubble, autumn plowing with a depth of 22 - 25 sm. Adding fertilizers. Need to add pure lime up to 3.5 t/ha and drainage of excess of moisture.

Meadow marsh, mud bog and peat bog soils require radical improvement through the rapid meadow. Drainage, making lime 4.5 - 5.0 t/ha and active ingredient is needed. To use as grasslands.

In the lowland peatlands drained and poorly decomposed, water regime is needed. Radical improvements by introducing phosphorus-potassium fertilizer. To use as grasslands.

To restore the fertility of acid soils and getting stable yields of crops, chemical reclamation of acidic and second acidified soils is recommended. For traditional technologies of amelioration of acid soils that prevailed in Ukraine during the large-scale reclamation, on slightly acidic soils, add 3.4 tons of lime per 1 ha and on medium sour - 5.6 t / ha, separately on the soil surface with further plowing.

**Conclusions.** 1. The soil of Bereznivskiy region is represented mainly by three genetic types - sod (23772.1 ha or 39.2 %), sod-podzolic (23,029.8 hectares or 36.4 %) and marsh (9693.2 ha or 15.3 %).

2. Agricultural land area is 63,765 hectares, representing 37.2 % of the territory. The structure of agricultural land into arable land accounts for 36,821 hectares, which is 57.7 %.

3. The soils have acidic reaction: the area of soils with  $\text{pH} \leq 5,5$  is 15,999.9 hectares or 74.5 %. Area of soils that have reaction close to neutral ( $\text{pH} 5,6-6,0$ ) is 3232.4 hectares (15.0 %). Total area of neutral soil  $\text{pH}$  of 6,1-7,0 is 2271.4 hectares (10.5 %).

4. Prolonged intensive use of soil area resulted in a decrease of humus content in soils at major area by 0.06 %, phosphorus - 2.2 mg/kg, potassium - 2.7 mg/kg of soil, compared with the previous round of the survey.

5. The lead content in the soils of the area ranges from 0.1 to 24.1 mg / kg, of cadmium - 0,01-1,93 mg/kg, zinc - 0,2-36,2 mg/kg, of copper - 0, 1-17,7 mg/kg, of mercury - 0,03-0,08 mg/kg.

Conducted environmental and agrochemical assessment of soil will be used to identify crises in agricultural land use; monitoring and predicting changes in the functioning of agricultural landscapes; expert decision-making that will be the basis for developing operational programs and long-term measures to improve the agro-ecological condition of agricultural land.

## REFERENCES

1. Matviichuk, B. V., Dovbysh, L. L. & Matviichuk, N. H. (2012). Dynamika ahrokhimichnykh pokaznykiv gruntu zalezno vid system udobrennia zhyta ozymoho v umovakh Polissia. Ahropromyslove vyrobnytstvo Polissia, 2012, Spetsvyp : Materialy konf. molodykh vchenykh «Naukovi zdobutky molodi – vyrishenniu problem APK», 117–121.

2. Zhuravel, S. V., Matviichuk, B. V. & Matviichuk, N. H. (2011). Osoblyvosti orhanichnoho zemlerobstva na Polissi. Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovoho tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN», 2011, 1–2, 86–94.

3. Berestetskiy, O. A., Voznyakovskaya, Yu. M. & Dorosinskiy, L. M. (1984). Biologicheskie osnovy plodorodiya pochvy. Moscow : Kolos.

4. Dospekhov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). Moscow : Vysshaya Shkola.

5. Effect of mineral nutrition on wheat powdery mildew development / J. Stojanovic, S. Stojanovic, R. Ognjanovic, M. Milovanovic. 1994. Vol. 31, № 7–10. P. 279–281.

6. Effect of mineral nutrition on wheat powdery mildew development / J. Stojanovic, S. Stojanovic, R. Ognjanovic, M. Milovanovic. 1994. Vol. 31, № 7–10. P. 279–281.

7. Chriatesten L. A. Conservation tillage use. Magleby Journal of soil and water conservation. 1983. Vol. 38, № 3. P. 156–157.



# ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ТЕХНОГРУНТОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШИХ АМБАРОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРА АРНА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

к. с. – х. н. Демеуов С. Н.,  
к. б. н. Досбергенов С. Н.

*Казахстан, Алматы, Казахский научно-исследовательский институт почвоведения  
и агрохимии им. У. У. Успанова*

**Abstract.** *The article discusses the change of the content of granulometric composition of reclaimed technoground barns. Conducted reclaimed work influenced on content tehnoground, by changing the ratio of physical clay to a group of physical sand. Than narrowly these ratios, so higher the content of physical clay in the profile tehnoground, but reduced coefficient of silty. The results of the analyses of the granulometric composition shows that the content of physical clay increases.*

**Keywords:** *silty fraction, physical sand, physical clay, the coefficient of silty, the horizon.*

**Введение.** Под гранулометрическим (или механическим) составом почвы мы понимаем относительное содержание в ней частиц разной величины: камней, песка, пыли и глины. Размеры отдельных зерен первичных минералов лежат в пределах от 1,00 до 0,01 мм, хотя весьма часто диаметр некоторых зерен кварца, полевых шпатов и других минералов превышает 1мм. Размеры частиц различных слюдястых минералов (серицита, гидрослюд и др.) обычно колеблется от 0,01 до 0,001 мм. Наиболее распространённые глинистые минералы еще более дисперсные, размеры их частиц – 0,005-0,0001 мм. И наконец в почвах присутствует коллоидно-дисперсные вещества, диаметр частиц которого обычно меньше 0,0001 мм.

Преобладание частиц того или иного размера в почвообразующих породах и почвах определяет в значительной мере многие физические свойства почвенной массы. Процентные содержание в почве частиц различного размера и их соотношение называется гранулометрическим (или механическим) составом почвы.

Для того, чтобы можно было различать почвы предложены различные классификации, основные на соотношении содержания различных гранулометрических фракцией. Первая такая классификация – очень простая было предложена Н. М. Сибирцевым [1]. В основу ее было положено соотношения содержания частиц физической глины и физического песка. В настоящее время наиболее широко применяется классификация предложенная акад. В. Р. Вильямсом [2] и усовершенствованная проф. Н. А. Качинским [3].

Гранулометрический состав почв состоит из мелких фракции склеивающейся органическим веществом почвы.

Образование агрегатов изучено Д. Г. Виленским [4], который предложил теорию его образования и практическое приложение. Метод анатомирование почвенных агрегатов изучено под руководством И. Н. Антинов – Каратаевым [5].

С. А. Владыченский [6] применив микроскопический метод, описал строение агрегатов черноземных и каштановых почв. Микроскопическим методом пользовался Д. Н. Сидери [7] при описании строения органо-минеральных соединений, искусственно созданных из минералов и гуматов. С. Н. Селяков [8] при исследовании агрегатов почв Барабы также применял микроскопический метод. Естественно, что можно подойти к определению причин структурообразования а почвах не только синтетическим, - приемами искусственного моделирования. Последним методом, как известно, пользуется в своих исследованиях П. В. Вершинин и др. [9], а также отчасти Д. Г. Виленский [10]. Развитие идей Д. Г. Виленского мы находим в работах И. Г. Горьковой [11], И. П. Копосова [12].

Известно, что в США в последние годы в качестве почвенных структуре-образователей усиленно испытывали различные полисахариды. Так, Хедрик и Мадри [13], Аллисон [14], Мартин, Тейлор [15] изучали действие в почву органических соединений типа поликрилатов, акрилатов, поликрил-нейтрилов. При изучении генезиса почв изучали гранулометрический состав почв И. А. Ассинг [16] и А. А. Соколов и др. [17]

В большинстве стран мира в соответствии с международным соглашением при выделении фракции действуют следующая шкала размеров гранулометрических элементов: крупнозем

(гравелистая и каменистая часть почвенной массы) >2 мм, мелкозем <2 мм. В мелкозем выделяются фракции: песка крупного и среднего – 2,0 -0,2 мм, мелкого – 0,2-0,074 мм, пыли – 0,074 – 0,002 мм глины (или) - <0,002 мм. Любые исследования в области почвоведения, агрохимии, экологии не обходится без изучения гранулометрического состава почв.

Гранулометрический состав почвы важнейший показатель производственных свойств почвы и её плодородия. Он отражает почвообразовательный процесс, под действием которого развилась почва.

Необходимость проведения данных исследований вызвана тем, что ранее содержание гранулометрического состава техногрунтов рекультивированных в разные годы участках бывших амбаров не определилось. Прежде всего, с гранулометрическим составом тесно связаны физические, технологические, физико-химические и водные свойства техногрунтов, которые в значительной мере обуславливают и биологическую активность т.к. от него зависят все процессы происходящие в техногрунтах.

Поэтому изучения гранулометрического состава техногрунтов различных годов рекультивации является актуальным.

Целью исследования является изучения гранулометрического состава и причины их изменения по профилю техногрунтов изучаемого объекта.

**Объекты и методы.** Объекты исследования являлись почвы и грунты, образовавшиеся в промышленных условиях на предприятиях АО «Матен Петролеум», загрязненные нефтью, устойчивыми нефтяными эмульсиями и нефтяными шламами. Это подвергающейся рекультивации техногрунта участков в местах бывших амбаров для слива буровых растворов и нефтяной эмульсии, очищенные цеолитно-микробиологическим методом в 2011-2014 годах на месторождении Караарна.

Впервые в 2011 году на территории месторождения Караарна на замасоченном участке подрядчиками ТОО «Таза Су» была применена технология очистки почвогрунта согласно патенту №17975 от 15.11.2006 г, ТОО «Таза Су» [19]. Формула примененного способа очистки почв и грунтов от нефтезагрязнений заключалась в следующем: обработка загрязненного биодеструктуромнефтяных углеводородов, внесение разрыхляющего агента основе навоза и введение азот и фосфорсодержащих минеральных добавок, далее последующее увлажнение и фрезерование. Отмечается тем, что в качестве биодеструктура использовали биомассу, представляющую собой комплекс природного цеолита с внедренными в структуру нефтеокисляющими микроорганизмами *Pseudomonas* sp., или *Rhodococcus* sp. (11 т биомассы на 1 га). В качестве минеральных добавок использовали минеральную селитру и нитроаммофос, которые вводили последовательно по 0,375, на 1 га, а в качестве разрыхляющего агента использовали навоз в количестве 13 т на 1 га.

Примененный способ описан также в патенте 2015 года «Способ биологической рекультивации почвы, загрязненной нефтью и нефтепродуктами». Согласно этой примененной технологии прирекультивации нефтехимический загрязненных почвогрунтов применялись следующие дозы препаратов: цеолит 5-7,5 т/га; биопрепарат «Бакоил» -75 кг/га; нитроаммофос – 180 кг/га [20]. Участки месторождений очищались по данной технологии в 2011-2014 годах.

Биомасса представляющая комплекс природных цеолитов с нефтеокисляющими микроорганизмами, ускоряет микробиологическую деструкцию углеводородов нефти и обеспечивает эффективную деградацию сложных нефтяных углеводородов и достичь высокой очистки почвы от загрязнений.

За время полевых экспедиционных работ на территории месторождения были проведены почвенные научные исследования по изучению экологического состояния замасоченных грунтов в условиях нефтяного загрязнения. В 2016 году было заложено 14 почвенных разрезов на рекультивированных в 2011-2014 годах участках. Заложено один с целинный контрольный разрез.

Почвенные разрезы были изучены и описаны по морфологическим характеристикам, разделены на генетические горизонты. Проба отбирались из генетических горизонтов. Существуют различные методы гранулометрического анализа рыхлых отложений и почв, причем поскольку в состав почв могут входит и крупные и мелкие частицы, способы их разделения несколько различны.

Применяются два метода разделения механических фракции:

а) метод отмачивания фракции Сабанина, применяющейся обычно для анализа песчаных пород и почв, и выделения отдельных фракций для дальнейшего минералогического и химического анализа [21];

б) метод пипетки модификации Качинского, используемой для почв богатых пылеватыми и иловатыми частицами. В настоящее время используется более совершенные методы определения гранулометрического состава, например, лазерные анализаторы размеров частиц. Мы определяем фракции пипеточным методом в модификации Н. А. Качинского основанным на соотношении количества физического песка и физической глины в почве [22]. Эта классификация получила в настоящее время широкое распространения в СНГ.

**Результаты и их обсуждение.** Поверхность Прикаспийской низменности слагают литологически разнообразные, главным образом, озерно-морские засоленные отложения, которые были неоднократно перекрыты и переотложены в результате аллювиальных процессов, протекающих стадийно в периоды регрессии хвалынского и частично послехвалынского морей. Эти отложения и служат наиболее распространенными почвообразующими и подстилающими породами Прикаспийской неизменности. Сложены они разнообразными, обычно слоистыми послехвалынскими отложениями, от песчаных до глинистых. По соотношению гранулометрических фракций в мелкозем, исследуемые почвы, которые развивались на слоистых послехвалынских отложениях, относятся к категории легкосуглинистых (таблица 1). Содержание физической глины в расчете бессолевого навеску в верхних горизонтах варьирует от 12 до 48 %.

Во всех случаях кривая распределения в полно развитых почвах дает максимум в средней части профиля на глубине от 10 до 50 см и более с превышением на 5-10 % против верхнего и переходных к породе горизонтов (BC). Происходит это главным образом за счет возрастания наиболее тонкой илистой фракции количество, которых возрастает примерно в 2 раза, тогда как пылеватые частицы (особенно крупно пылеватая – 0,05 -0,01 мм) распределены более или менее равномерно или дают максимум в верхних горизонтах (что более характерно для средне пылеватой фракции – 0,01-0,005 мм). Тонко пылеватые фракции – 0,005-0,001мм чаще всего дают максимум в верхней части профиля на глубине от 1 до 30 см. В абсолютном выражении в почве преобладают мелкий песок (0,25-0,05 мм), который составляет 45 -80 %; наименьшей по весу является средний песок (0,25-0,05 мм), который составляет примерно порядка – от 2 до 15 %.

Повышенное содержание илистой фракции в средней иногда и в нижней части профиля может быть вызвано одновременно несколькими причинами более интенсивным здесь глинообразованием на месте, потерей или поверхностным горизонтом почв в результате водной и ветровой эрозии привнесом тонкодисперсного материала из вышележащих горизонтов путем просачивания минеральных суспензий и наконец, неосинтезом глинистых минералов непосредственно из растворов, формирующихся в процесс выветривания.

На бурой зональной солончаковой почве (целина р.13) верхняя часть профиля имеет более тяжелый гранулометрический состав, чем нижняя её часть или чем подстилающая порода. В данном случае почва формируется на тяжелых суглинистых подстилаемых песками (таблица 1).

Результаты гранулометрического анализа показывают, что фракция физического песка в различных участках различна. Более низкое соотношение отмечено в разрезе (р. 2) 2012 году, где его содержание отчетливо уменьшается вниз по профилю техногрунта. Распределение суммы этих фракций по профилю техногрунта противоположно физической глине.

Представлены результаты исследований гранулометрического состава рекультивированных участков в 2011, 2012, 2013 и 2014 годах (таблица 1).

В абсолютном выражении в техногрунте преобладают мелкий песок (0,20- 0,05 мм) и крупная пыль (0,05 – 0,01 мм), которые составляют соответственно 80,125-61,712 и 4,444-12,845 %. Наименьшим по весу является средний песок 2,009-4,318 %. Содержание средней и мелкой пыли характеризуются величинами примерно одного порядка. В таблице 1 дано изменение соотношении физической глины к физическому песку.

От соотношения физической глины к физическому песку зависит поведение различных фракций в техногрунте. Так, на рекультивированном участке 2013 год (р.1) соотношение физической глины к величине физического песка в верхнем 0-30 см горизонте составило 1:8,54, а в нижележащем 30-65 см горизонте – 1:9,08. В горизонте 65-110 см эти соотношения составили 1:9,82. В данном случае произошло увеличение содержания физического песка в нижних горизонтах техногрунта. Это произошло из-за уменьшения мелкой пыли, а также увеличении средней и крупной пыли, мелкого песка. На втором рекультивированном участке 2013 года (р. 2) соотношение физической глины физическому песку в верхнем 0-20 см горизонте составило 1:10,56, а в нижележащем горизонте 20-50 см, 1:3,57. Во втором полуметровом горизонте – 1:3,60. В данном случае произошло увеличение содержание илистой

фракции в нижних горизонтах, а также содержания средней и мелкой пыли. Кроме того, произошло снижение содержания мелкого песка и крупной пыли. Это произошло благодаря привнеси тонкодисперсного материала из выше лежащих горизонтов путем просачивания минеральных суспензии.

Таблица 1. Гранулометрический состав техногрунтов рекультивированных в различные годы

№ разрезов Года рекультивации	Глубина взятия образца, см	Содержания фракций в % на абсолютную сухую почву							Соотношение между физ. глины физическим песком	Коэффициент илистости
		Разрезы фракции в мм								
		Песок		Пыль			Ил 0,001	3-х		
		Средний Песок 1,0-0,25	Мелкий песок 0,25-0,005	Крупная пыль 0,05-0,01	Средняя Пыль 0,01-0,005	Мелкая пыль 0,005-0,001				
P-1 Рек2013	0-30	4,158	80,125	5,239	2,418	2,821	5,239	10,478	1:8,54	50,00
	30-65	3,912	80,845	5,322	2,452	2,481	4,988	9,921	1:9,08	50,27
	65-110	1,862	82,87	6,027	3,214	2,411	3,616	9,241	1:9,82	39,21
P-2 Рек2013	0-20	1,523	83,711	6,122	3,415	2,012	3,217	3,217	1:10,56	37,21
	20-50	2,129	68,722	7,287	4,453	3,239	14,170	21,862	1:3,57	64,81
	50-110	2,009	69,284	6,989	4,398	3,441	13,879	21,718	1:3,60	63,90
P-3 Рек2012	0-20	5,030	61,712	11,762	3,650	6,084	11,762	21,496	1:3,65	54,71
	20-35	3,865	62,047	11,976	4,125	5,966	12,021	22,112	1:3,52	54,36
	35-45	6,041	76,182	4,444	3,636	2,828	6,869	12,333	1:6,50	51,51
P-4 Рек2012	0-30	5,104	78,384	4,430	4,833	2,416	4,833	12,082	1:7,27	40,00
	30-50	5,214	77,507	5,122	4,897	2,897	4,386	12,157	7,22	36,07
	50-100	5,944	72,584	2,026	2,836	2,836	13,774	19,446	1:4,14	70,83
P-5 Рек2014	0-15	4,754	74,925	2,334	3,087	2,485	12,415	17,987	1:4,55	69,02
	15-35	4,082	77,846	10,040	4,016	2,008	2,008	8,032	1:11,45	25,00
	35-90	3,965	73,435	12,024	5,184	2,977	2,415	10,576	1:8,45	22,83
P-6 Рек2014	0-10	2,923	44,413	12,656	8,981	15,105	15,922	40,008	1:1,50	39,78
	10-30	1,988	43,556	12,845	8,745	16,122	16,744	41,611	1:1,40	40,23
	30-60	2,862	76,573	8,468	3,226	2,016	6,855	12,097	1:7,26	56,66
	60-100	2,102	75,589	9,184	3,745	2,166	7,214	13,125	1:6,62	54,96
P-12 Рек2011	0-30	5,418	78,443	2,421	2,421	3,228	8,069	13,718	1:6,28	58,82
	30-60	4,318	75,845	3,667	2,945	4,097	9,128	16,17	1:5,18	56,45
	60-80	1,621	62,259	6,494	4,058	4,870	20,698	29,626	1:2,37	69,86
	80-110	1,245	61,198	7,124	5,148	5,441	19,844	19,844	1:2,28	65,20
P-13 Целина	0-20	0,702	39,811	12,308	5,333	11,897	29,949	47,179	1:1,12	63,47
	20-40	0,711	37,25	13,224	6,415	11,846	30,554	48,815	1:1,05	62,59
	40-90	5,518	73,632	8,019	4,441	2,807	5,613	12,831	1:6,79	43,74
	90-120	4,966	71,134	9,112	5,149	3,224	6,415	14,788	1:5,76	43,37

Примечание: П св – песок связанный; СП- супесь; Л/с – суглинок С/- суглинок средний, Т/с – суглинок тяжелый

На рекультивированных участках 2012 года (р. 3) соотношение физической глины к величине физического песка в верхнем легкосуглинистом 0-20 см горизонте составило 1:3,65. Это соотношение мало изменилось в нижележащем горизонте – 1:3,52. С переходом в супесчаный горизонт эти соотношения возросла в 2 раза и составили 1:6,50 и 1:6,53.

На втором рекультивированном участке 2012 года (р. 4). Соотношение физической глины к величине физического песка в верхнем 0-30 см супесчаном горизонте составило 1:7,27, а нижележащем горизонте такого же гранулометрического состава соотношение их остались без изменения. Во втором полуметровом горизонте несмотря на такой же гранулометрический состав соотношение физической глины к физическому песку составило 1:4,14. Это произошло из-за увеличения илистой фракции, уменьшением содержания крупной и средней пыли, а также мелкого песка. Содержания среднего песка и мелкой пыли увеличились незначительно.

На рекультивированном участке 2015 года (р. 5) соотношение физической глины к величине физического песка составило в верхнем 0-15 см горизонте – 1:4,55. Нижележащем песчаном горизонте – 1:11,45. С переходом в супесчаный горизонт эти соотношения составило 1:8,45. Эти произошли снижением илистой фракции, возрастанием средней и крупной пыли.



На втором рекультивированном участке 2014 года (р. 6) соотношение физической глины к величине физического песка в верхнем 0-10 см среднесуглинистом горизонте составило 1:1,50. В нижележащем горизонте такого же состава 1:1,40. С переходом в супесчаный горизонт – эти соотношения превалирует в сторону физического песка 1:7,26 и 1:6,62. Эти произошли уменьшением илистой фракции, мелкой, среднего и крупной пыли и возрастанием мелкого и среднего песка.

На рекультивированном участке 2011 года (р. 12) соотношение физической глины к величине физического песка в верхнем супесчаном 0-30 см горизонте составило 1:6,28, а нижележащем горизонте такого же состава составило – 1:5,18. С переходом в легкосуглинистый горизонт 60-80 см соотношение физической глины к величине физического песка составило 1:2,37. В среднесуглинистом горизонте 80-110 см соотношения этих групп составило – 2,28. В данном случае произошло увеличение содержания илистой фракции в нижних горизонтах, а также мелкой, средней и крупной пыли и снижение содержание мелкого и среднего песка.

В верхнем тяжелосуглинистом 0-20 см горизонте целинной бурой зональной солончаковой почвы соотношения физической глины к величине физического песка составили – 1:1,12 в нижележащем горизонте такого гранулометрического состава эти соотношения составили 1:1,05. Но с облегчением механического состава в нижних горизонтах соотношения физической глины к физическому песку составило 1:6,79 и 1:5,76.). Это ведет к возрастанию физического песка.

Теперь рассмотрим, как происходит изменение коэффициента илистости в техногрунтах рекультивированного участка. Из данных таблицы 6 следует отметить, что на рекультивированном участке 2013 года коэффициент илистости в верхнем пылевато-иловато-супесчаном горизонте 0-30 см составил 50,00, а с переходом в нижние песчаные горизонты коэффициент илистости снижаются до 39,12.

Во втором на рекультивированном участке 2013 года (р. 2) в верхнем песчаном горизонте коэффициент илистости составил 37,26 с переходом в легкосуглинистом горизонте 20-50 см возрос в 2 раза и составил 64,81.

На рекультивированном участке 2012 года (р.3) в верхнем 0-20 см легкосуглинистом горизонте коэффициент илистости составил 54,71 и он мало изменяется по профилю почвы от 54,36 до 52,90.

На рекультивированном участке 2012 года (р.4) коэффициент илистости меняются в зависимости от гранулометрического состава от 40,00 до 70,83.

На рекультивированном участке 2014 года (р. 5) в зависимости механического состава коэффициент илистости колеблется от 25,00 до 69,02.

На втором рекультивированном участке 2014 года (р. 6) коэффициент илистости колеблется от 39,79 до 56,66. Почва средний суглинок.

На рекультивированном участке 2011 года (р.12) в верхнем полуметровом супесчаном горизонте коэффициент илистости колеблется от 58,82 до 56,45 с переходом в легкий и средний суглинок возрастает до 69,86. Это самое высокое значение. На целинных бурых зональных почвах коэффициент илистости выше в верхних тяжелосуглинистых горизонтах и составляет в пределах 63,47 с переходом в супесчаный горизонт снижается до 43,37.

**Заключение.** В заключении надо отметить, что проведенные технологические процессы на рекультивационных участках прямо или косвенно влияют на содержания гранулометрического состава почвы. Это может привести к уменьшению или увеличению абсолютного содержания всех без исключения фракций, в том числе физической глины. В результате техногрунты из разряда среднесуглинистых могут перейти в легкосуглинистые или супесчаные. При этом разрушается структура почв, которая в свою очередь определяет устойчивость почв к воздействию естественных и антропогенных факторов. Нарушение приводит к перераспределению и разрушению плотных структурных отдельностей за счет частичной или полной диспергации почвенного материала. Наблюдается потеря илистой фракции в результате водной и ветровой эрозии, а также с оттоком ее в нижележащий горизонт. Отмечено увеличение содержания мелкой, средней и крупной пыли в средней части профиля. Происходит неосинтез глинистых минералов непосредственно из растворов, формирующихся в процессе выветривания. В результате этого процесса техно грунты переходят в разряды тяжелосуглинистых.

Итак, проведения рекультивированных работ влияют на содержание техногрунта, повышая содержание физической глины, и снижая группы физического песка. На

гранулометрический состав техногрунта влияют соотношения мелко-, средне- и крупнопылевых фракций, а также не умоляется роль тонко и среднезернистых песков.

Отмечается вынос илистой фракции из верхних элювиальных горизонтов и накопление ее в горизонте иллювиальном. В данном случае дифференциация профиля по механическому составу обязана самому процессу почвообразования.

Гранулометрический состав техногрунта зависит от соотношения физической глины к группе физического песка. Чем уже (узко) это соотношения, тем выше содержания крупной, средней и мелкой пыли в разных слоях техногрунта, а также зависит от снижения содержания среднего и мелкого песка.

Устанавливается обратная связь между содержанием физической глины с величиной коэффициента илестости. При повышении содержания физической глины по профилю техногрунта, снижается величина коэффициента илестости.

Результаты анализов гранулометрического состава показывают, что с годами содержание физической глины возрастает.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сибирцев Н. Почвоведение. Избр. соч. – М.: Сельхозгиз, 1951. – Т. 1. – С. 17-22
2. Вильямс В. Р. Почвоведение. – М., 1936. – С. 51-77.
3. Качинский Н. А. Физика почв. – М., 1965. – 322с.
4. Виленский Д. Г. Исследования процессы агрегации почв – Почвоведение, 1940, №8. с 12-17.
5. Антипов-Каратаев И. Н. О почвенном агрегате и методах его исследования, М., АН СССР, 1948. С.27-33.
6. Владыченский С. А. Строение микроагрегатов некоторых южных черноземов и каштановых почв. Почвоведение, 1949. №10 С.7-17.
7. Сидери Д. И. Микроскопическое изучение структуры почв «Химизация соц. Земледелия, 1938 №11. 19-28.
8. Селяков С. Н. Микроскопическое строение структуры почв Барабы // Почвоведение, 1947 №3
9. Вершинин П. В. Константинова В. П. Физико-химические основы искусственной структуры почв. 1935. 153 с.
10. Виленский Д. Г. Исследование процесса агрегации почв; Почвоведение, 1940 №8. С 33-39.
11. Горкова И. М. Об искусственном структуре-образовании в засоленных почвах. // Почвоведение, 1937 №2. С.9-15
12. Копосова И. П. Возможности искусственного структурообразования в черноземных почвах // Почвоведение, 1937, №2. С 18-26.
13. Hedrick R. M and Mowry D. T. Effect of synthetic polyelectrolites on aggregation, acration and water relationships of soil. // Soil Science, V.73 №6. 1952 P.44-46.
14. Allision Z. E. Effect of Synthetic polilectrolytes on the structure saline and alkali soils // Soil Science, V/ 73/ № 1952/ P -82-88
15. Martin W. P.? Tailor. Soil and crop response from field applications of soil conditioners // Soil Science. V. 73 № 6. 1952. P 57-64.
16. Асинг И. А Генезис почв подгорных равнин Северного Тянь-Шаня. // Почвенные исследования в Казахстане изд «Наука» Алма-Ата 1964 с 66-91
17. Соколов А. А., Егоров И И. О генезисе иллювиальных горизонтов горно-луговых почв Казахстанского Алтая и Саур-Тарбагатая // Почвенные исследования в Казахстане изд «Наука№ Алма-Ата 1964
18. Пат. 17975. Республика Казахстан 15,11,2006 «Способ очистки почвогрунта от загрязнений нефти и нефтепродуктов» Идрисова У. Р.;заявитель и патентообладатель ТОО «Газа-СУ», Заявл. 15,11,2006; опубл. 15,02,2010Бюл. -2006, -№2,-3 с.
19. Пат. 30176. Республика Казахстан 02, 06, 2014 «Способ биологической рекультивации почвы, загрязненной нефтью и нефтепродуктами» // Идрисова У. Р., Саданов А. К., Мусальдинова Т. Б., Идрисова Д. Ж., Айткельдиева С. А., Ауэзова О. Н. заявитель и патентообладатель ТОО «Газа –СУ», заявл. 02,06, 2014; опубл. 15, 07, 2015, Бюл. -№7,-5 с.
20. Александрова Л. Н. Найденова О. А. Лабороторно- практические занятия по почвоведению. Изд. «Коло» Ленинград 1967 С. 155-160
21. Александрова Л. Н. Найденова О. А. Лабороторно- практические занятия по почвоведению. Изд. «Коло» Ленинград 1967 С. 168-170

**Open Access Peer-reviewed Journal**

# **Science Review**

**3(10), March 2018  
Vol.1**

SCIENTIFIC EDITION

Indexed by:



RS Global

INDEX  COPERNICUS  
INTERNATIONAL



Academia.edu  
share research

Passed for printing 22.03.2018. Appearance 29.03.2018.

Typeface Times New Roman.

Circulation 300 copies.

Publisher RS Global Sp. z O.O., Warsaw, Poland, 2018

Numer KRS: 0000672864

REGON: 367026200

NIP: 5213776394

<https://rsglobal.pl/>