



NJD-iScience

№139

The Norwegian Journal of Development of
the International Science





№139/2024

Norwegian Journal of development of the International Science

ISSN 3453-9875

It was established in November 2016 with support from the Norwegian Academy of Science.

DESCRIPTION

The Norwegian Journal of Development of the International Science, established in 2016 with support from the Norwegian Academy of Science, offers a platform for global researchers, academics, and students. Publishing 24 times annually, it covers current science topics. Submitting your article provides exposure to a diverse audience, enhancing your career. Our commitment to research and SEO ensures timely visibility. Submit to the Norwegian Journal of Development of the International Science today and join esteemed authors.

Editor in chief – Karin Kristiansen (University of Oslo, Norway)

The assistant of the editor in chief – Olof Hansen

- James Smith (University of Birmingham, UK)
- Kristian Nilsen (University Centre in Svalbard, Norway)
- Arne Jensen (Norwegian University of Science and Technology, Norway)
- Sander Svein (University of Tromsø, Norway)
- Lena Meyer (University of Gothenburg, Sweden)
- Hans Rasmussen (University of Southern Denmark, Denmark)
- Chantal Girard (ESC Rennes School of Business, France)
- Ann Claes (University of Groningen, Netherlands)
- Ingrid Karlsen (University of Oslo, Norway)
- Terje Gruterson (Norwegian Institute of Public Health, Norway)
- Sander Langfjord (University Hospital, Norway)
- Fredrik Mardosas (Oslo and Akershus University College, Norway)
- Emil Berger (Ministry of Agriculture and Food, Norway)
- Sofie Olsen (BioFokus, Norway)
- Rolf Ulrich Becker (University of Duisburg-Essen, Germany)
- Lutz Jäncke (University of Zürich, Switzerland)
- Elizabeth Davies (University of Glasgow, UK)
- Chan Jiang (Peking University, China) and other independent experts

1000 copies

Norwegian Journal of development of the International Science

Iduns gate 4A, 0178, Oslo, Norway

email: publish@nor-ijournal.com

site: <https://nor-ijournal.com>

CONTENT

AGRICULTURAL SCIENCES

Gharakhanyan K., Galstyan M.

THE EFFECT OF DIFFERENT SOIL TILLAGE METHODS
AND APPLICATION OF SOIL IMPROVERS ON THE SOIL
AGROPHYSICAL AND AGROCHEMICAL PROPERTIES ... 4

ARTS

**Axakalova Zh., Taldybayeva A.,
Mamyrbayeva Z.**

FOLKLORE REALISM IN THE WORKS OF KUAT

ASKAROV 10

BIOLOGICAL SCIENCES

Mammadova V., Mammadova N.,

Baghirova S., Atayeva L.

ROSMARINUS PROSTRATUS MAZZIARY. APPLICATION

OF GARDEN OINTMENT PREPARATION DURING

VEGETATIVE PROPAGATION OF FORMIS 15

ECONOMIC SCIENCES

Verigo A.

RESEARCH OF THE PROBLEM OF ANALYZING THE
PROPERTIES OF THE ECONOMIC SYSTEM OF THE

STATE 22

Mirzayeva A.

DEVELOPMENT AND CHALLENGES OF SKI
TOURISM IN AZERBAIJAN: A COMPREHENSIVE

ANALYSIS 29

Kenjaeva U.

THE MOST ADVANCED PRACTICE OF CORPORATE
GOVERNANCE IN THE BRICS STATES 33

HISTORICAL SCIENCES

Kravchuk I., Vanyurskyi M.

THE EMERGENCE OF A SOCIO-CULTURAL AND

POLITICAL MOVEMENT AMONG UKRAINIANS IN THE

USA AT THE END XIX – AT THE BEGINNING OF THE XX

CENTURY 38

PEDAGOGICAL SCIENCES

Ibrahimov F., Karimova G.

INTERPRETATION OF THE SYSTEM THAT DIRECTS THE
FORMATION OF CREATIVE THINKING OF STUDENTS IN
SECONDARY SCHOOLS 42

Liu Shuchang

FOSTERING PATRIOTISM IN MUSIC CLASSES IN

CHINESE SECONDARY SCHOOLS: THE IMPACT OF ART
ON THE FORMATION OF NATIONAL CONSCIOUSNESS

..... 47

Zhao Junkai

THE SPECIFICS OF ARTISTIC AND AESTHETIC

EDUCATION OF HIGH SCHOOL STUDENTS IN GENERAL

EDUCATION SCHOOLS OF THE PRC THROUGH MUSIC

..... 51

PHILOLOGICAL SCIENCES

Rufullayev G.

MUHAMMAD FUZULI IN SALMAN MUMTAZ'S

RESEARCH 55

PHYSICAL SCIENCES

Dembitskyi V., Kratko O.

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE LOCATION
OF POTENTIALLY DANGEROUS OBJECTS IN THE ZONE
OF REGIONAL ARMED CONFLICT 59

Yurov V., Zhangozin K., Kargin D.

CRACK MODEL IN GRAPHENE CONCRETE 65

TECHNICAL SCIENCES

Ganchev I.

DETERMINATION OF THE RESOURCE CAPABILITIES OF
INDUSTRIAL BOILERS.....69

Kuznetsov V., Volkov A., Solodkov A.

EFFECTIVE TWO - PHASE SYSTEM OF DIGITAL
MODULATION 72

Holub N., Skobenko O., Kulivar V.,

Tereshkova O., Fedorenko E.

PHYSICAL AND CHEMICAL TRANSFORMATIONS OF
COAL SUBSTANCE IN WEAK ELECTROMAGNETIC
FIELDS 80

AGRICULTURAL SCIENCES

THE EFFECT OF DIFFERENT SOIL TILLAGE METHODS AND APPLICATION OF SOIL IMPROVERS ON THE SOIL AGROPHYSICAL AND AGROCHEMICAL PROPERTIES

Gharakhanyan K.

Postgraduate student

Armenian National Agrarian University

Galstyan M.

Doctor of Agricultural Science

Armenian National Agrarian University

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13505939>

Abstract

The article examines the impact of different soil tillage methods and the application of soil improvers (biohumus, mineral fertilizers, bentonite) on the yield capacity of winter wheat, with a focus on changes in the agrophysical and agrochemical properties of the soil.

Field and laboratory investigations revealed that the distribution of soil organic matter and plant-available macronutrients varies at different depths within the plough layers depending on the tillage method used. Notably, under the loosening method, nutrients are positioned within the optimal layer for plant growth and development, significantly enhancing the regular growth, development, and winter-hardiness of winter wheat. Consequently, this tillage method results in 3-3.4 c/ha more grain yield and over 10 c/ha more straw yield compared to crops grown under zero tillage or conventional plowing.

In comparison with the conventional plowing method, zero tillage and loosening methods leave more plant residues on the soil surface and subsurface layers in winter wheat fields. This contributes to the improvement of the soil's agrochemical and agrophysical properties (such as density, porosity, and water permeability), thereby enhancing yield capacity in those layers.

The application of equal doses of biohumus and mineral fertilizers had a similar effect on winter wheat yield capacity. However, applying bentonite at a rate of 3 t/ha in autumn had a more beneficial impact on yield capacity than the same dose applied in spring.

Keywords: Soil tillage methods, biohumus, mineral fertilizers, bentonite, winter wheat.

Introduction

The rapid growth of the global population, coupled with increasingly complex environmental issues, poses significant challenges in managing the agri-food system. Consequently, achieving food self-sufficiency in every country has become an urgent priority. This can be realized through the comprehensive intensification of conventional agricultural methods and the implementation of innovative agricultural systems.

The intensification of traditional agriculture, characterized by increasing the capacity and productivity of soil tilling equipment, deepening tillage, intensive loosening of plough layers, and adding more cultivation processes, results in several adverse effects on soil health. These negative impacts include soil aggregate degradation, accelerated decomposition of organic matter, dust formation in the tilled layer, moisture loss, and higher material costs, all of which harm soil productivity and increase the production cost of crops.

Understanding soil properties, both agrophysical and agrochemical, is critical for optimizing agricultural productivity and ensuring sustainable land use. Agrophysical properties, such as soil texture, structure, density, and water retention, directly impact plant root development, nutrient absorption, and the overall health of crops. Research in this area helps in identifying soil management practices that enhance aeration, water infiltration, and moisture availability, all of which are key to improving crop yields. On the other hand, agrochemical properties involve the study of soil

pH, nutrient levels, organic matter content, and the presence of essential minerals. These factors determine the fertility of the soil and the effectiveness of fertilization strategies. By conducting comprehensive research on both agrophysical and agrochemical soil properties, scientists and agronomists can develop tailored solutions that optimize crop growth, improve soil health, and promote sustainable farming practices, thereby addressing the challenges of food security and environmental conservation [1, 6, 8, 9, 13].

Various researchers have demonstrated that the quantity and quality of agricultural crops, particularly cereals, are closely linked to the soil's agrophysical and agrochemical characteristics, as well as the nutritional and biological traits of the plants. Improving soil productivity necessitates the development of new technologies and the introduction of high-yield crop varieties, alongside the responsible application of organic and mineral fertilizers, plant protection products, growth stimulants, and different soil conditioners [2, 4, 7].

K.A. Kostichev (1949) emphasized the importance of soil physical properties, particularly bulk density, in the soil formation process. Likewise, I.B. Revut (1975), as cited by S.B. Galstyan and V.A. Aleksanyan [5], highlighted that many physical and biophysical processes occurring in the soil are intricately connected to soil density.

Therefore, research focused on examining changes in soil properties (both agrochemical and agrophysical) due to various technological applications, and on creating favorable conditions for crop growth by ensuring adequate nutrient supply, is of great significance. Such research is crucial in ensuring food security in the republic, making these studies both relevant and timely.

Materials and methods

The research was conducted over the period of 2021-2022 under rainfed conditions in the Fantan administrative territory, located within the Hrazdan consolidated community of the Kotayk region. The experimental plots were established on decalcified common black soils, which are characteristic of the area. These soils exhibit a humus content of 5.5%, a nearly neutral soil pH, 4.3 mg of easily hydrolyzed nitrogen per 100 g of soil, 6.9 mg of mobile phosphorus, and 37 mg of exchangeable potassium. The selection of this specific site was based on the typical soil properties that are representative of the broader region, making it ideal for studying agricultural interventions.

The main objective of the study was to examine, for the first time in this region, the effects of varying soil tillage methods, the use of equal doses of mineral fertilizers and biohumus, as well as the timing of bentonite application against this background on the agrochemical and agrophysical properties of the soil. The study was designed to investigate how these factors collectively influence the growth and yield (both grain and straw) of winter wheat. This comprehensive approach allowed for a detailed analysis of how specific agricultural practices can enhance soil quality and optimize crop yields under the given environmental conditions.

The focus on soil tillage methods, mineral fertilizers, and biohumus application was particularly relevant given the increasing need to adopt sustainable farming practices in the face of climate variability and soil degradation. The inclusion of bentonite as a soil amendment was intended to explore its potential benefits in improving soil structure, moisture retention, and nutrient availability, which are critical for boosting crop productivity. Additionally, the timing of bentonite application was carefully studied to determine the optimal periods for maximizing its effectiveness.

By carefully controlling the variables and systematically analyzing the resulting data, the study aimed to generate valuable insights into sustainable agricultural practices that could be adapted not only in the Fantan region but also in other areas with similar soil and climatic conditions. The findings from this research are expected to contribute to improved agricultural practices, with a particular focus on enhancing soil health and increasing the yield potential of winter wheat—a staple crop in many regions. The field experiments were set up in three replications, each experimental bed of fertilization in each soil tillage method made 50 m² with the following options/variants:

- 1) Control (without fertilization),
- 2) N₆₀P₆₀K₆₀,
- 3) Biohumus 3.5 t/ha,
- 4) N₆₀P₆₀K₆₀ + bentonite 3t/ha (in autumn),

5) Biohumus 3.5 t/ha + bentonite 3t/ha (in autumn),

6) N₆₀P₆₀K₆₀ + bentonite 3t/ha (in spring),

7) Biohumus 3.5 t/ha + bentonite 3t/ha (in spring).

The mentioned options of fertilizers and bentonite application have been used in case of different soil cultivation methods: unplowed or zero-tillage, only loosening or disc plough (10-12 cm) and deep plough (22-25 cm).

In all variants (except for the control one) the relevant doses of mineral fertilizers and biohumus were introduced in soil in autumn prior to sowing through harrowing. The 3 t/ha bentonite was applied in the options of mineral fertilizers and biohumus (4th and 5th variants), while in the 6th and 7th variants it was applied in spring, again through harrowing by mixing it with soil.

The agrochemical and agrophysical indices of soil have been determined through the general methods, which are introduced in the methodical manual on agrochemical analyses published under the editorship of B.A. Yagodin [14]. The soil moisture index per variants was determined through moisture gauge Etg during the vegetation period. The data on the winter wheat yield capacity (grain) were subjected to mathematical processing upon the identification of experimental error (E_x, %) and the Least Significant Difference (LSD_{0.95}, c) through the method of dispersion analyses [3].

Results and discussions

The studies have revealed significant variations in agrochemical and agrophysical properties based on the soil tillage methods used. As shown in Table 1, organic matter and plant-available nutrients are distributed at different depths within the plow layers, depending on the tillage approach. Under conventional plowing with soil inversion, these elements are primarily concentrated at the 20-30 cm layer. However, in the case of loosening and no-till methods, they are mostly found within the 0-10 cm layer. For instance, with zero-tillage and loosening techniques, the content of humus and plant-available nutrients in the 0-10 cm layer reached 48%, 4.7 mg, 6.7 mg, and 37 mg per 100 grams of soil, and 5.5%, 4.7 mg, 6.5 mg, and 38 mg, respectively. In contrast, under conventional plowing, these amounts significantly decreased in the upper layers, almost by half, with the nutrients migrating from the upper to the lower soil strata (20-30 cm).

Additionally, the research indicates that soil tillage methods greatly influence agrophysical properties such as soil density, porosity, and water permeability. Under zero-tillage and loosening methods, the soil density in the upper layers (0-10 cm and 10-20 cm) is nearly consistent, ranging from 1.18 to 1.20 g/cm³, while in the 20-30 cm layer, it increases to 1.31-1.35 g/cm³. Conversely, with conventional plowing, soil density in the upper layers reaches 1.37-1.40 g/cm³, whereas in the lower layer, it is around 1.21 g/cm³ (Table 2).

Previous studies by other researchers [10, 11, 12] have shown that the roots of winter wheat struggle to penetrate the monolithic black soils when soil compaction reaches 1.42 g/cm³ and cannot penetrate at all at

1.50 g/cm³. These studies revealed that a 0.1 g/cm³ increase in soil density results in a 6.8% decrease in overall crop yield, a reduction of 2-10 c/ha in cereal yields, and a decline of 15-25 c/ha in potato yields.

In our experiments, soil density in the upper layer under conventional plowing was 1.40 g/cm³, compared to 1.18 g/cm³ under zero-tillage and 1.20 g/cm³ under loosening. Consequently, winter crops grown with conventional plowing yielded 14.4% less grain than those

using only loosening. The nearly identical yields (20.2 and 20.6 c/ha) observed in the conventional plowing and no-till control variants are not attributed to soil density but rather to the degree of frostbite in plants grown using the no-till method. Here, frostbite rates were 4.7% higher than under conventional plowing, with frost-damaged plants averaging 100 per square meter for conventional plowing, 131 for no-till, and 98 for loosening.

Table 1.

The changing dynamics of the soil agrochemical indices in the croplands of winter wheat related to the soil tillage method

Variants	Soil layer depth, cm	Zero-tillage				Only loosening (10-12 cm)				Conventional plowing (22-25 cm)			
		Soil agrochemical indices				Soil agrochemical indices				Soil agrochemical indices			
		Humus, %	Available nutrients, mg/100 gram soil			Humus, %	Available nutrients, mg/100 gram soil			Humus, %	Available nutrients, mg/100 gram soil		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Control (without fertilization)	0-10	5.48	4.7	6.7	37.0	5.5	4.7	6.5	38.0	3.4	2.6	2.8	35.0
	10-20	5.0	3.15	6.0	36.0	4.9	4.0	5.2	37.0	3.9	4.0	3.4	35.0
	20-30	3.8	2.8	5.8	36.0	3.9	3.6	4.9	35.0	5.1	4.9	5.6	38.0

Table 2.

The changing dynamics of the soil agrophysical properties in the croplands of winter wheat related to the soil tillage method

Soil tillage method	Soil layer depth, cm	Density, g/cm ³	Porosity, %	Water permeability, mm/minute
No-till or zero-tillage	0-10	1.18	53.6	4.30
	10-20	1.19	52.8	4.18
	20-30	1.31	46.9	3.99
Only loosening (10-12 cm)	0-10	1.20	54.6	4.30
	10-20	1.18	53.2	4.20
	20-30	1.35	52.8	3.98
Conventional plowing (22-25 cm)	0-10	1.40	42.4	3.88
	10-20	1.37	40.8	2.57
	20-30	1.21	40.0	2.26

Field and laboratory research have highlighted notable shifts in soil porosity and water permeability based on different tillage practices (Table 2). The data show that in the case of conventional soil plowing, the porosity of the arable layer remains within optimal ranges. However, when using methods like minimal loosening or zero-tillage, porosity levels were observed to be even higher. Specifically, in both the upper layer (0-10 cm) and the sublayer (20-30 cm), porosity was 1.25 to 1.30 times greater than that recorded under traditional plowing. This difference can be largely explained by the disturbance of natural soil pores caused by the plow's working parts, leading to the formation of a compacted plow pan. This compacted layer restricts the movement of soil fauna, particularly earthworms, which are essential for maintaining healthy soil ecosystems by aiding nutrient cycling and organic matter decomposition. The plow pan acts as a barrier, reducing the speed at which these organisms can migrate toward food sources, thereby negatively impacting soil health.

Further experimental studies on soil water permeability revealed that compared to traditional plowing, the zero-tillage and minimal loosening methods led to significant improvements in water infiltration and movement, both in the plow layer and in the sublayer across winter wheat fields. Specifically, the water permeability in the plow layer increased by 0.42 mm/min (or 10.8%) over that seen with traditional plowing, while in the sublayer, the permeability saw a substantial rise of 1.63 mm/min (or 63.4%). This enhanced water movement can be attributed to the more direct penetration of water into the deeper soil layers through cracks and fissures formed by the less disruptive loosening methods. Additionally, the increase in water permeability is closely linked to the activation of soil fauna, particularly earthworms, which thrive under reduced disturbance. These organisms play a vital role in biologically loosening the lower soil layers, improving the overall soil structure, and creating numerous passages that enhance water flow. The activity of earthworms and other soil organisms not only helps to break down

organic matter but also leads to better soil aeration and increased nutrient availability, contributing to a more resilient and productive soil environment.

Compared to conventional tillage, no-till and loosening methods are more effective in preserving plant residues on the soil surface and in the sublayers. This enhances the agrochemical and agrophysical properties of both the arable layer and the sublayer, leading to increased overall yield capacity. Notably, this trend was consistent across different fertilization techniques. Specifically, in comparison to traditional tillage, zero-tillage resulted in a winter wheat yield increase of 1.2 to 3 c/ha, while loosening alone led to a yield increase of 4.5 to 6.3 c/ha (Table 3).

The data presented in Table 3 indicate that the application of equal doses of biohumus and mineral fertilizers across all three tillage methods resulted in similar effects on winter wheat grain yields. Regardless of the tillage technique, the impact of these fertilizers was

consistent, demonstrating that the nutrient availability and uptake were effectively maintained.

However, when 3 t/ha of bentonite was introduced alongside these fertilization strategies, a noticeable increase in winter wheat yield was observed compared to the background variants without bentonite application. The addition of bentonite likely enhanced soil structure and moisture retention, leading to better nutrient absorption and overall plant growth. This improvement underscores the role of bentonite as an effective soil amendment that, when combined with biohumus and mineral fertilizers, can significantly boost crop productivity beyond the yields achieved with standard fertilization practices alone. Table 3. The impact of different soil tillage methods, equal doses of mineral fertilizers and biohumus and the application times of bentonite against their background on the winter wheat yield capacity per replications

Table 3.

The impact of different soil tillage methods, equal doses of mineral fertilizers and biohumus and the application times of bentonite against their background on the winter wheat yield capacity per replications

N	Variants	Zero tillage						Only loosening (10-12 cm)						Conventional/traditional plowing (22-25cm)					
		Grain yield per replications kg/50m ²			Average grain yield c/ha			Grain yield surplus c/ha			Grain yield surplus c/ha			Grain yield per replications, kg/50m ²			Average grain yield c/ha		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Control (without fertilization)	9.7	10.8	10.4	20.6	-	-	-	-	-	-	-	-	9.8	9.9	10.6	20.2	-	-
2	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	13.8	14.4	15.0	28.8	8.2	39.8	8.2	39.8	15.5	9.4	39.8	14.0	14.6	13.8	28.2	8.0	39.6	
3	Biohumus 3.5 t/ha	15.0	14.8	15.5	30.2	9.6	46.6	9.6	46.6	16.0	8.9	37.7	14.8	14.0	14.1	28.6	8.4	43.6	
4	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + bentonite 3t/ha (in autumn)	21.6	20.0	19.6	40.8	20.2	98.1	20.2	98.1	25.6	27.7	117.4	20.7	21.7	22.7	43.4	23.2	114.9	
5	Biohumus 3.5 t/ha + bentonite 3t/ha (in autumns),	21.8	22.4	23.0	44.8	24.2	117.5	24.2	117.5	28.8	31.3	132.6	21.9	23.3	22.6	45.2	25.0	123.8	
6	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + bentonite 3t/ha (in spring)	14.9	15.3	14.5	29.8	9.2	44.7	9.2	44.7	20.0	15.0	63.6	15.5	16.0	16.8	32.2	12.0	59.4	
7	Biohumus 3.5 t/ha + bentonite 3t/ha (in spring)	15.8	16.0	16.0 ₅	31.9	11.3	54.9	11.3	54.9	18.3	14.4	61.0	15.9	15.8	15.4	31.4	11.2	55.5	

So, if 3 t/ha bentonite on the background of mineral fertilizers ($N_{60}P_{60}K_{60}$) was used in autumn, the yield surplus of wheat grain against the mentioned background made 12 c/ha (41.7 %) in case of zero tillage, in conditions of traditional plowing it made 15.2 c/ha (53.9 %), while in case of only soil loosening this index amounted to 18.3 c/ha (55.5 %), while when using the same rate of bentonite on the background of biohumus (3.5 t/ha) 14.6 c/ha (zero tillage), 16.6 c/ha (traditional plowing) and 22.4 c/ha (only loosening) grain yield surplus was ensured. Though yield surplus was also registered upon the application of the same rate of bentonite (3 t/ha) on the mentioned background in spring, yet compared to those indices observed in case of different methods of soil tillage upon the use of bentonite in autumn, they are lower by about 45-51.3 %.

Such discrepancies in yield surplus amounts depending on the times of bentonite application is surely related to the time span during which bentonite stays in the soil with its effect on the soil agrochemical and agrophysical properties.

Conclusion

To get a high and sustainable yield of winter wheat grown in conditions of dry agriculture in the black soils of Hrazdan province at Kotayk region, the soil tillage should be carried out only via loosening method at the depth of 10-12 cm, which as compared to traditional ploughing, promotes improvement of soil agrophysical and agrochemical properties.

The organic matters of soil and plants available nutrients have been distributed at various depths of the soil plough layers related to different soil tillage methods. Only in case of loosening method the nutrients are found in the optimal layer for the plants growth and development significantly promoting regular growth and development of winter wheat and enhancement of its winter-hardiness. As a result, this tillage method provides 3-3.4 c/ha grain yield surplus and over than 10 c/ha straw yield surplus when compared to the same indices recorded in case of zero-tillage and traditional plowing methods.

Compared to the traditional plowing method, zero-tillage and only loosening methods applied in the winter wheat sowings enables to maintain plants residues on the soil surface and sublayers improving the agrochemical and agrophysical soil properties in those layers (density, porosity, water permeability), as well as yield capacity.

The equal doses of biohumus and mineral fertilizers have similarly affected the winter wheat yield capacity, whereas the bentonite rate (3 t/ha) applied on those backgrounds in autumn, has exerted more favorable effect on the wheat yield increase than the application of the same bentonite rate in spring.

References:

1. Astrauskas, P., Staugaitis, G., Masevičienė, A., & Žičkienė, L. (2022). Variation of winter wheat

grain yield and its quality in fields with different soil cover. *Zemdirbyste-Agriculture*, 109(4).

2. Byzov, I. S., Postnikov, P. A., Ponomarev, A. B., & Garifyanova, R. R. (2015). Resource-saving tillage in grain-grass crop rotation. *Agriculture*, 1, 15-17.

3. Dospekhov, B. A. (1973). *Methods of field practice*. Moscow: Kolos.

4. Galstyan, M. H. (2015). *Environmental biotechnologies: A textbook for university students and master's students*. Yerevan: ANAU.

5. Galstyan, S. B., & Aleksanyan, V. A. (2018). *Soil conservation agriculture*. Stepanakert: Artsakh Scientific Center.

6. Goncharov, V. M., Lipatov, D. N., Tymbaev, V. G., Butylkina, M. A., Faustova, E. V., & Mazirov, M. A. (2019, November). Principles and methods of complex agrophysical researches. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 368, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.

7. Ovsinsky, I. E. (1899). *New system of agriculture*. Kyiv.

8. Rudinskienė, A., Marcinkevičienė, A., Velička, R., Kosteckas, R., Kriaučiūnienė, Z., & Vaisvalavičius, R. (2022). The comparison of soil agrochemical and biological properties in the multi-cropping farming systems. *Plants*, 11(6), 774.

9. Solodovnikov, A. P., Denisov, K. E., Danilov, A. N., Korsak, V. V., & Pimonov, K. I. (2018). Minimizing tillage to preserve the agro-chemical and water-physical properties of southern black soil after vegetative reclamation. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 9(12), 1166-1172.

10. Spirin, A. P. (2015). Moisture-saving tillage. *Agriculture*, 2, 8-11.

11. Tagirov, M. Sh., Shakirov, R. S., & Gilaev, I. G. (2015). Influence of basic tillage methods on hydrophysical indicators of soil and productivity of spring wheat. *Agriculture*, 8, 20-21.

12. Tadjiev, M., & Tadjiev, K. (2023). The effect of winter wheat and repeated crops on soil fertility in the south of Uzbekistan. *Rivista Italiana di Filosofia Analitica Junior*, 14(1), 440-445.

13. Veremeenko, S. I., Poliovyi, V. M., Zatserkovnyi, V. I., Trofymenko, P. I., & Trofimenko, N. V. (2020, November). Monitoring of agrochemical and agrophysical properties of dark gray soil with different ways of its use. In *XIV International Scientific Conference "Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment"* (Vol. 2020, No. 1, pp. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers.

14. Yagodin, B. A., Smirnov, P. M., Peterburgsky, A. V., Kudin, V. V., Sliptsik, A. V., Kuzukin, A. N., & Sablin, S. M. (1989). *Agrochemistry* (B. A. Yagodin, Ed., 2nd ed.). Moscow: Agropromizdat.

ARTS

FOLKLORE REALISM IN THE WORKS OF KUAT ASKAROV

Axakalova Zh.

*Master of arts, researcher of the department of fine arts,
M. O. Auezov Institute of Literature and Art,
Almaty, Kazakhstan*

Taldybayeva A.

*Master of arts, senior lecturer of the Department of decorative arts
of the faculty of painting, sculpture and design
of the Kazakh National Academy of Arts named after T. Zhurgenov,
Almaty, Kazakhstan*

Mamyrbayeva Z.

*Master of arts, teacher researcher, teacher of special disciplines
of the Kazakh National Academy of Arts named after T. K. Zhurgenov
boarding school, college
Almaty, Kazakhstan*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13506519>

Abstract

The article is devoted to the study of the artistic world of the kazakh artist Kuat Askarov, who actively works in the genre of metaphorical folklore realism. The article analyzes how the large-scale and metaphorical elements of his works fit into the traditions of folklore realism and how they contribute to the creation of unique panoramic works of art. The main features of Askarov's style, his use of symbols and metaphors, as well as the influence of his works on the modern artistic perception of traditional folklore are considered. The author explores the creative principles and themes that are central to his work, as well as the impact of life experience on his artistic vision. The analysis of the key artistic elements in the artist's works is presented and the depth of his creative handwriting is revealed. An important theme in the artist's work is the traditions and culture of the Kazakh people. He often seeks to pass on the rich heritage of his country to future generations by depicting national customs, traditions and legends. His works are filled with an atmosphere that allows the viewer to plunge into the world of cultural heritage and national values of our people. He tries his best to convey to the audience his philosophy of life, his reflections on the world and man through his works reflecting his inner world, thoughts and feelings.

Keywords: painting, folklore, art world, national identity, allegory, mythology.

Introduction.

Folklore realism is a style of art that combines elements of folk culture and traditions with a realistic depiction of the surrounding reality. In recent decades, this genre has been actively developing in Kazakhstan, and one of the brightest representatives of modern folklore realism is Kuat Askarov. His works are distinguished by their scale and deep metaphorical content.

Temirtau artist Kuat Askarov is a unique person who managed to form his own unique creativity, closely connecting history with traditions, folklore, national consciousness and material culture of the people. The artist's work is based on a deep understanding of the spiritual and artistic traditions of our people and its connection with modernity. The artist uses the national cultural heritage as the basis of his work, and also constantly updates it with new meanings to reflect modern life.

From the brush of the master, many works of art are published, which contain deep meanings and ideas. In his works, we can see the author's perception of the modern world, thoughts and feelings, as well as his own vision of the past and future of his people. In many ways, in his work, he resorts to an allegorical interpretation of images and plots in Kazakh folklore, mythology. His works are truly imbued with the spirit of Kazakh culture, filled with a deep philosophical meaning

and enriched with multi-valued symbols. The artist is looking for new forms of national identity, harmoniously intertwining traditions and innovations, classical and modern in his works you can see many elements of traditional Kazakh culture, such as national patterns, motifs from mythology and folklore, as well as images of animals and nature. During the consideration of the artist's work, the scientific article comprehensively analyzed the work of the famous artist K. Askarov, identified the main signature features, painting techniques and styles, artistic solutions and ideological meanings.

Materials and methods. When studying the artist's works, general theoretical methods were used: typological, stylistic, comparative, iconological. That is, the scientific article comprehensively analyzes the work of the famous painter Kuat Askarov, identifies the main characteristic features, techniques and styles of image, artistic solutions and ideological meanings.

Results and discussions. Folklore realism is an art direction that seeks to preserve and convey folk traditions and customs through the prism of realistic depiction. This style is based on a deep knowledge of folklore and folk tales, as well as the ability to integrate them into modern artistic practice. An important aspect of this direction is the use of metaphorical elements that help convey the deep meaning and symbolism of the depicted scenes.

Kuat Askarov's works, full of allegorical interpretations based on Kazakh mythology and folklore, have the following characteristic features:

- At allegory and symbolism: the use of allegory and symbolism allows the artist to give a deep philosophical meaning in his works. This opens up the possibility of interpretation and perception of art on several levels. □
- National identity: the artist's works contribute to the recognition and preservation of Kazakh culture and national values. □
- The combination of tradition and innovation: skillfully combines tradition and innovation in his work. It uses folklore, mythological, historical elements to create modern works of a new format.
- This is a combination of classical and contemporary art: the artist combines elements of classical and modern painting in his works, giving them relevance and originality.

Such unique approaches in the artist's work allow not only to preserve and disseminate the cultural heritage of Kazakhstan, but also to create art that is interesting to the domestic and world audience, showing how rich our cultural heritage is and revealing the depth of meaning. In his works, built on a folklore motif, he depicts scenes collected from the everyday life, life and

traditions of the people. Considering various aspects of the culture of the people, it tries to convey their features and significance. In the works of the artist, you can see scenes of people in national costumes, national holidays, traditions and Customs. "The second channel of kuat Askarov's work lies in the plane of metaphorical folklore realism. The works performed in this direction differ in the size of the artist's paintings, that is, his compositions in sizes that extend vertically to one and a half meters and horizontally to two meters. In fact, these are panoramic works of art, combined with field scenes of different scales and different times." (Ergalieva R. A. Stepnaya saga. Kazenergy, № 1 (51), 2012: 111). Indeed, Kuat Askarov manifests himself as a master of metaphorical folklore realism, creating large-scale works that really stand out for their size. These works of art, in which every detail is important, can be viewed as panoramic scenes containing large-scale fields revealing a wealth of folklore motifs and traditional plots. The sizes of the canvases from one and a half meters high to two meters wide emphasize the epic and multi-layered nature of his work, allowing you to delve deeper into the metaphorical and symbolic content.



"The Birth of the Moon"

People and animals in his compositions are in constant motion. That is, from the surface of the canvas, a picture of boiling life is clearly visible. On the canvas there are images of both young children and men, Askar Tau fathers and old elders, girls and young brides, loving mothers and Noble grandmothers. Such works of Kuat Askarov, which are rooted in Kazakh folklore, clearly show the continuity of generations. Also in his works there is a manifestation of love for the motherland and national identity. Historical events that had a significant impact on the life of the people did not lag behind in it. The image of the Great Steppe, full of unique nature and rich culture, is becoming the source of his work. Although at first glance the compositions of his canvases are very heavy, dense, sometimes scattered, it requires careful study by the viewer. After all, the artist shows himself at the same time not only as an

artist, but also as an ethnographer, forklortologist, historian research scientist. The main idea of his compositions, which is clearly reflected in the title, is revealed even more deeply by additional attributes. Each attribute seems to make the work more valuable, increasing the importance of its content.

By studying multi-figure and complex-structured works, we understand that the main function of objects of different sizes in them is to spread the idea expressed in the title of the work. For example, the village scene and its inhabitants are considered by the artist in the background. It can be seen that the size of humans and animals is much smaller than that of other objects depicted on canvas. And it can be seen that by enlarging the size of our national heritage exhibits (whips, spears, bows, dombra, kobyz, asyk, etc.) so that they cover a significant part of the canvas space, the artist tried to focus on them. That is why the work must necessarily

be solved Rebus, the puzzle can even be considered as a quest. Of course, such a technique in the visual arts is not a personal achievement of the painter Kuat Askarov, but an individual technique. In the history of Art, Dutch artists, the brightest representatives of the northern Renaissance art, have proven their creativity by marking and alluding to secret information through underground, hidden images. Also, these Dutch artists I. Bosch ("Garden of pleasures on Earth", "Seven Sins leading to Death", "Ship of Fools", etc.), P. Breigel ("wedding in the village", "folk proverbs and sayings", etc.), "Jan van Eyck", etc. we can see in the works of famous artists. And among the Kazakh artists, the artist

Dulat Aliyev was one of the first to turn to such an allegorical theme. And this method of representation in the work of K. Askarov is unique in that it is widely addressed to folklore themes.

Looking at the works of K. Askarov "Three zhuz", "Betashar", "The Tree of Life", "Madonna of the Steppe", "Cradle of nomads", "Worship of The Sun", "Reed blanket", Bbetween the sun and the moon" and others, you feel like you are immersed in a wonderful world where various interesting events take place. The artist's works are multi-figure and multi-plan. Even each particle can be considered as a separate derivative. However, each detail has its own meaning, and together they form a single harmonious whole.



"Betashar"



"The Tree of Life" "Between the sun and the moon"

We draw attention to the work of the artist Kuat Askarov "Three zhuz". A rural landscape populated by

nature, the inhabitants are animated by the bustle. Men who raised cattle, raised dirt on the roof of their house,

and women who raised a cauldron with fire in the oven, and elderly people who stood at the door to talk and took care of their grandchildren, were all depicted in everyday life. They portray themselves as others and invented by them, inherited from their ancestors or somewhere else. In the very center of the canvas there is a large White Horde towering over the foothills. The fringe is embroidered with gold thread, richly decorated. The fact that the Turkic felt was raised to the Sun enhanced the splendor of the White Horde. It is not difficult to notice that white foamy batteries, floating like clouds, fluttering like the wind, are circling around the White Horde. These images seem to elevate the status of the White Horde in the center above others. With this, the artist wanted to emphasize the place and importance of the Great Zhuz in Kazakh history.

There are two yurts on both sides of the Ak Horde, which have opened their doors. On the left we see a snow-white house with twelve wings. The house is decorated with ornaments and fringes embroidered with gold thread. Both the flaps and the waist belts look red-green. Through this yurt, the artist is referred to the middle Zhuz.

A small yurt is depicted on the left. A yurt with six ropes depicts the peaceful days of our ancestors. The modest house captivates the viewer with its simplicity, purity, and purity as close as possible to the people. Thus, we understand that this genus belongs to the younger zhuz. In the center are depicted attributes confirming the widely spread words of wisdom among the people. Dombra, kobyz and spear are depicted in the center of the work, which testifies to the unity of the Kazakh people. Also, these three tagans indicate that the Kazakhs were a warlike people, passionate about art. The canvas depicts horse-drawn carts and horses, testifying to the life of our country, which has been engaged in nomadic animal husbandry for a long time. With special love, he paints a horse that has become a kindred spirit of the nomadic people. In addition to being seen as a transport, as a source of life, it also enhances its dignity thanks to the batteries that have turned into a saga.

Of the objects enlarged in size, it is impossible not to notice the shoulder blades and shoulder blades. This suggests that our people, engaged in animal husbandry, disposed of it to the bone with dignity. Since assik is a favorite game of children, children carry it with them in their pockets, and through the shoulder blades the village elders predicted what the upcoming winter would be like. Filling the kobyz with white, he tells how our people lived in satiety thanks to four forage animals on wide pastures. All this unites the image of an eagle. The Kazakh people considered the Eagle to be the king of birds. In the center of the composition of the canvas is a spear, a dombra, an eagle sitting on a pedestal of three pads connected with spikes. The eagle guards three eggs lying in the nest under the same block. The space of the canvas is connected by branches of an old tree, creating the impression that they are intertwined, presenting at first glance the image of an old man. This old tree, spreading its wings, is the customs, customs and traditions that unite the entire nation, divided into three hundred, under one roof.

Kuat Askarov is a very skilled painter. Although at first glance it seems that he works in a domestic genre, he also draws attention to historical, mythological genres. Using metaphorical elements, the artist delves deeply into the history of the people through their simple life, reveals their traditions and customs. For example, the work "Betashar" is made with such a character.

In the space of the horizontal canvas, we see a cauldron boiling in an oven, lit by fire, a tin decanter, a round earthen table on which stands a large plate of meat and a ram's head. In the background, the artist depicts two white and black horses resting on top of each other. The artist tried to convey the immaculate love of the young owners through the kind actions of these two animals. On the canvas, they are much larger in size than other objects nearby. The villagers are celebrating "Betashar toy" today. Guests gather in beautifully decorated yurts. The newlyweds joined hands and entered into a new life. A young daughter-in-law, who paid tribute to the elders and juniors for the welfare of the head of the family, makes a "salem salu". Thus, the author emphasizes the role of tradition in the life of the people and their work, which have become an unchangeable image of our history, our people.

One of the following three-dimensional works of the artist is called "The cradle". The first place in the middle plan is occupied by the image of a large cradle. There is a lot of information about the cradle in literature, mythology, and the history of the Kazakh people. Our nation appreciated the cradle very much and attached great importance to it. There are many different words about the cradle. For example, the writer Mukhtar Auezov himself noted that "When you say that you will become a country, fix your cradle" – the upbringing of descendants began in early childhood. At one time, "The cradle of a child is the door to a spacious world" – this further increased his dignity.

Paying attention to the main view of the work, we again look at the people and the countryside from the composition of the canvas in a horizontal format. The painter's canvas, consisting of such a complex composition, is a collage consisting of several layers of a multi-page, multi-page composition. We don't see a person just sitting there doing nothing. Each figure located on the canvas has its own functions and tasks. From the very beginning, each of them fully reveals the idea outlined in the topic. Kuat Askarov, depicting this picture, wished that our life would continue continuously from generation to generation, without stopping, like a cradle.

When considering the works, we note that the main goal of the artist is to promote national values to the younger generation, awaken modern public consciousness, inform about spiritual values and establish a strong connection between the work and the audience. He creates a special atmosphere on the surface of the canvas, playing with shape, color, light and shadow, immersing the viewer in emotions. The artist emphasizes the execution, maintaining harmony, limiting the color in order to be as easy to perceive as possible, no matter how full he complements the composition with a large number of objects. Images that reveal the main

national identity in the composition are: besik, kobyz, dombra, shanyrak, tablecloth, stove, blanket, yurt, person of life, meat, four-foot animals, Eagle. The master of the brush considers our traditions, rooted in the culture of nomads, from a modern point of view and tries to give it a new meaning. "The artist explores the associations that underlie traditional Kazakh culture, connecting the past and the future, as an example: a wedding, a betashar, a cradle, a well, a blanket, a sacred tablecloth, a cauldron, architectural ideas about opening the doors of the world. He treats the traditions and customs that arose in the depths of our nomadic culture through the eyes of a contemporary and with special respect. It breathes them with a new look and fills the range with fresh meanings" (Isobrazityish research of Kazakhstan in the context of spiritual renewal, 2022: 68).

Conclusion.

In conclusion, Kuat Askarov is a hardworking artist who tries to popularize and popularize the Kazakh culture through his works, drawing inspiration from the cultural heritage of his people. In his works, we can clearly see the author's love and respect for the motherland and national origins. The artist's works contribute to the preservation and transmission of the richness and diversity of cultural elements of the Kazakh people, such as mythology, folk customs and traditions, to future generations. The artistic interpretation of cultural elements in the artist's work can serve as the basis for the study and preservation of cultural heritage, which is important in the preservation of national history. At the same time, works that glorify the spiritual value of national origins can contribute to the strengthening of patriotism and national pride among the younger generation. Kuat Askarov's works broke the golden bridge between the past and the future, because they allow new generations to understand and respect their roots and national heritage. Thus, the work of the artist Kuat

Askarov plays an important role not only in improving the art world, but also in strengthening cultural and national identity, as well as in promoting national heritage and Kazakh culture as part of the world cultural wealth. The artist creates a synthesis of classical and modern elements, preserving the uniqueness and individuality of the culture of his people. It is the embodiment of the fusion of tradition and innovation, and his work is a clear example of this symbiosis.

References:

1. Ergalieva R.A. The Steppe Saga. And rt kazenergy, Astana, Energy focus, № 1 (51), 2012: 111
2. Fine art of Kazakhstan in the context of spiritual renewal, Almaty, Evo Press, 2022. -298 c. ISBN 978-601-354-060-3
3. Ergalieva R.A. "Ethnic and epic in the art of Kazakhstan". Almaty, "Zhibek zholy", 2011. 432 p.
4. Fine art of Kazakhstan in the context of the world artistic process. Almaty: OR THE Ministry of Education AND Science OF THE Republic of Kazakhstan, 2017. – 312 p.
5. Ergalieva R.A. Vectors of modern painting in Kazakhstan. April 23, 2018 <https://mysl.kz/gazeta.kz/news/10733>
6. Ergalieva R.A. On the search for the national identity of modern painting in Kazakhstan. <https://ulagat.com/2020/07/14/к-поискам-национальной-идентичности/14.07.20>
7. Liel Stepkina. When using materials in the media, a reference to "Industrial Karaganda" is mandatory: <https://inkaraganda.kz/novosti/kultura/kolybel-vselennoj-glazami-hudozhnika-kuata-askarova/TheCradleoftheUniversethroughtheeyesoftheartistKuatAskarov.21.10.2023.https://inkaraganda.kz/novosti/kultura/kolybel-vselennoj-glazami-hudozhnika-kuata-askarova/>

BIOLOGICAL SCIENCES

ROSMARINUS PROSTRATUS MAZZIARI. APPLICATION OF GARDEN OINTMENT PREPARATION DURING VEGETATIVE PROPAGATION OF FORMIS

Mammadova V.

Assistant, Department of Pharmacognosy, Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan

Mammadova N.

Associate Professor, Department of Pharmacognosy, Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan

Baghirova S.

Doctor of Philosophy in Biology, Associate Professor, Deputy Chairman of the Management Board of Dendrology Garden public legal entity, Baku, Azerbaijan

Atayeva L.

Scientific worker, director of the laboratory "Ecology and Climate Change" of the Dendrology Garden public legal entity, Baku, Azerbaijan

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13617446>

Abstract

In the territory of the Republic of Azerbaijan, in addition to wild useful, essential and aromatic-spicy plants, the introduction of useful plants to the zones with suitable soil and climate conditions, the study of their bioecological properties, the scientific basis of cultivation agrotechnics and biologically active substances are also in the focus of attention. For this reason, *Lamiaceae* Martinov, which is widely used in greening promising *Rosmarinus prostratus* Mazziari belonging to the genus *Rosmarinus* L. included in the family introduction of the form in the Absheron Peninsula and the study of its phytochemical study was set as the goal. In the article, *Rosmarinus prostratus* Mazziari., which has special medicinal and decorative value at the same time during the vegetative propagation of the form, the application of the "Garden Ointment" preparation (AEF-MCG-2022-1(42)-12/08/3-M-08 Azerbaijan Science Foundation project number) produced by the Experimental-Industrial Plant LLC and the development dynamics of the species were investigated

Keywords: *Rosmarinus prostratus* Mazziari., Absheron Peninsula, introduction, Dendrology Garden, propagation, garden salve

Introduction

The Absheron peninsula was chosen as the area for the research. This area is 40°20' and 40°30' on the east coast of the Greater Caucasus and the west coast of the Caspian Sea; It is located east of Greenwich at latitudes 49°45' and 50°15'. The Caspian Sea covers the peninsula from three sides. The area of the peninsula is 2192 km², which is 2.5% of the territory of the Republic of Azerbaijan. About 30,000 hectares of the territory belong to sand dunes, and other areas belong to gray-brown soils. The height of the Absheron peninsula rises from 26 meters to 300-400 meters above sea level and decreases from west to east. The relief of the Absheron peninsula was mainly formed in the fourth period, and it is made of various mixtures - soil, sand, sandstone and limestone fragments, clay, etc. organized [3]. For the relief of the peninsula, arid-denudation processes, canyons, depressions, erosion and abrasion changes, fragmentations, desert forms, etc., belonging to the dry semi-desert and desert climate. is characteristic. The relief and composition of the area consists of monoclinical elevations and synclinal plateaus consisting of denudation-resistant limestones. In the formation of the relief of the region, along with the atmospheric sediments, the winds also have a strong influence. Thus, water erosion plays an important role in the degradation of soils and sparse vegetation in the area [7].

The vegetation of the Absheron Peninsula is semi-desert, and a small amount of wormwood, ephemeral formations are dominated by desert. The flora of the

area is not rich in terms of trees and shrubs, natural vegetation consisting of trees and shrubs can be found here only on rocks and gravel. *Lonicera iberica* M.Bieb, *Rhamnus pallasii* Fisch., *Rubus* subg., *Lycium ruthenicum* Murray., *Tamarix* L., *Artemisia* L., etc. occur in shrub plants [6]. In recent times, the establishment of green areas, parks and gardens has greatly enriched the species composition of dendroflora. Based on the monitoring carried out by the specialists of the Dendrology Garden, it was found that 660 species of trees and shrubs belonging to 87 families and 230 genera are used in the greening of the Absheron peninsula.

Lamiaceae Lindl as a research object in the article. *Rosmarinus prostratus* Mazziari belonging to the genus *Rosmarinus* L. included in the family (*Labiatae* Juss.). (spread rosemary) form was used. *Rosmarinus prostratus* Mazziari. Formsir has passed many years of introduction testing and is widely used in greening. *Rosmarin* L. genus is naturally found in North Africa, Turkey, Cyprus and southern parts of Europe, cultivated in Russia [5].

Most of the species included in the family *Lamiaceae* Martinov are mainly herbs of various sizes, subshrubs or shrubs, rarely trees [4]. The season has a cosmopolitan distribution. 6,900-7,200 species of 236 genera belonging to the family *Lamiaceae* Martinov are distributed almost everywhere in the world, mainly in the Mediterranean areas, as well as in Front and Central Asia [5].

Rosmarinus prostratus Mazziari. - spreading rosemary is an evergreen shrub up to 1.5 m tall and spreading to 1.5 m wide. When its 70 cm long branches begin to grow, they extend to 1.5-2.0 m near the surface of the soil, and it got its name from here because of the way it spreads. The leaves are thick, bright green, with

a white vein in the middle reminiscent of a fir needle. The color of the leaves varies from light green (in spring) to blue (in autumn). During flowering, the top of the plant is covered with purple or blue small, dense flowers (Figure 1.)



Figure 1. Introduction of *Rosmarinus prostratus* Mazziari. in Absheron conditions

Material and methods of research

During the vegetative reproduction of the plant, the method of T.V. Khromova was referred to. The effect of planting time, substrate composition and growth factors on root binding of pencils was investigated. The methodology of A.A.Molchanov and V.V.Smirnov was used in the study of annual growth and development of 3-year-old plants. To determine the annual growth dynamics, measurements were made on 10 plants every 10 days from the beginning to the end of vegetation. In determining the morphology of the root system, it was studied in 1-3-year-old plants using V.A. Kolesnikov's method of "washing the roots completely out". At the end of the vegetation, the roots of the plant were dug up and their length, development, type, diameter of the root throat, depth and diameter of the roots were studied.

The soil analyzes of the territory were conducted by the laboratory, expertise and certification center of

the Agrarian Services Agency under the Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan on the order of the Dendrology Garden public legal entity.

The territory of the researched Dendrology Garden is located in the north-eastern part of the Absheron peninsula, in Mardakan settlement. Its area covers 12 hectares, it is 8 m above sea level. According to the long-term studies of the "Ecology and Climate" laboratory of the Dendrology Garden, it was determined that the average annual air temperature here reaches +13.0°C, minimum -15°C. Very rarely, on frosty days, the temperature drops to -8-10°C. The laboratory, expertise and certification center of the Agrarian Services Agency under the Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan carried out soil analyzes of the area based on the order of the Dendrology Garden public legal entity (Figure 2.).

Aqrar Xidmətlər Agentliyi
LESM-İN MƏRKƏZİ LABORATORİYASI

Az 1600, Xirdalan qəhəri, Səməd Vurğun 7
Telefon: 012-552-85-67; Faks: +994125628557; Email: lesm@aza.gov.az

"Təsdiq edilmiş"
Müəyyən edilmiş, Direktor
Sənəd № 100 Nəşr
T/A/2024

ANALİZ NƏTİCƏLƏRİ
Results of analysis

Protokolun nömrəsi Protocol number	P082541
Sifarişçinin adı Name of Customer	Dendrologiya bəli
Sifarişçinin ünvanı Address of Customer	Bakı Mərdakan qəsəbəsi kəndi
Nümunənin götürüldüyü yer Sampling location	Mərdakan qəsəbəsi kəndi
Nümunənin tipi Sample Type	16
Nümunənin sayı Sample quantity	9 ədəd
Müraciət arızasının qeydiyyat nömrəsi The registration number of application	02148
Nümunənin götürülmə tarixi Date of Sampling	6/25/2024
Nümunənin qəbul tarixi Date of Receipt of Sample	6/25/2024
Sınaqın bağlama və bitmə tarixi Date of Analysis	7/1/2024 7/4/2024
Ölüləcək bitki Crop varieties	Zeytun



Figure 2. Results of sampling analysis by the laboratory, expertise and certification center of the Agrarian Services Agency.

According to the analysis results of the soil cover of 2024, according to the sample taken from the 0-30 cm layer of the soil in the area of 40°48827N - 50.15908E, it is very weakly supplied with nitrogen,

the main nutrient element, moderately supplied with phosphorus, and highly supplied with potassium (Table 1).

Table 1.

<i>Depth(cm)</i>		0-30 cm			
<i>Coordinates</i>		40.48827 – 50.15908			
<i>Land description</i>		S-1 p-1 By the pine-tree			
<i>Parameter</i>	<i>Method Reference</i>	<i>Unit</i>	<i>Result</i>	<i>Norm</i>	<i>Conclusion</i>
Organic matter (humus)	Walkley-Black	%	0.49	2-3	Very weak
Phosphorus (P ₂ O ₅) (Can be assimilated)	Olsen (NaHCO ₃)	kg/ha	111.64	60-120	Medium
Kalium (K ₂ O) (Can be assimilated)	Masloviy (CH ₃ COONH ₄)	kg/ha	786	250-550	High
pH	1:2.5 Soil water mixture	-	8.32	6.6-7.5	Weakly alkaline
Salinity (EC)	1:2.5 Soil water mixture	mS/cm	1.375	0-2	Saltless
Lime (carbination)	Scheibler	%	22.46	5-15	High
Sodium (Na) (Can be assimilated)	Masloviy (CH ₃ COONH ₄)	mg/kg	800	81-120	Very high
Calsium (Ca) (Can be assimilated)	Masloviy (CH ₃ COONH ₄)	mg/kg	10620	1150-3500	Very high
Water saturation	Saturation	ml	36	51-70	Less grainy
Zinc (Zn) (Can be assimilated)	DTPA	mg/kg	0.84	1.0-2.4	Weak
Iron (Fe) (Can be assimilated)	DTPA	mg/kg	8.64	2.5-4.5	High
Manganese (Mn) (Can be assimilated)	DTPA	mg/kg	4.5	14-50	Weak
Copper (Cu) (Can be assimilated)	DTPA	mg/kg	0.16	>0.2	Insufficient
Magnesium (Mg) (Can be assimilated)	Masloviy(CH ₃ COONH ₄)	mg/kg	465	160-480	Medium
HCO ₃ ⁻ (in the soil)	Saturation filtrate	mel/l	3.1		
Cl ¹⁻ (in the soil)	Saturation filtrate	mel/l	35.8		
SO ₄ ²⁻ (in the soil)	Saturation filtrate	mel/l	21.7		
SAR (in the soil)	Calculation	mel/l	5.98	<12	
Ca ²⁺ (in the soil)	Saturation filtrate	mel/l	15		
Ca ⁺ Mg ²⁺ (in the soil)	Saturation filtrate		35		
Mg ²⁺ (in the soil)	Saturation filtrate	mel/l	20		
Na ⁺ (in the soil)	Saturation filtrate	mel/l	25		
K ⁺ (in the soil)	Saturation filtrate	mel/l	0.58		
Total nitrogen (N) (in the soil)	Kjeldahl	%	0.025	0.09-0.17	Very weak

As can be seen from the table, the fertility of the soil is salt-free, weakly alkaline, highly calcareous (carbonate) soil with a very poor supply of humus. Analyzes of trace elements that can be assimilated in this area were also carried out. The soil is poorly supplied with Mn, Zn and Cu, except for Fe as a microelement. Anion and cation analyzes were performed in this area. The excess of Cl, hydrocarbon anion and Na in the soil leads to a decrease in the quality of the soil. The 30-60

cm layer of this soil is very poorly supplied with nitrogen, medium with phosphorus, and high with potassium. Soil fertility is salt-free, weakly alkaline, high and very high calcareous (carbonate) soil with a very poor supply of humus. Chlorine, hydrocarbonate anion, sodium exceeding the norm in the soil leads to a decrease in the quality of the soil (Table 2.).

Table 2.

Depth (cm)		30-60 cm			
Coordinates		40.48827 – 50.15908			
Land description		S-1 p-1 By the pine-tree			
Parameter	Method Reference	Unit	Result	Norm	Conclusion
Organic matter (humus)	Walkley-Black	%	0.38	2-3	Very weak
Phosphorus (P ₂ O ₅) (Can be assimilated)	Olsen (NaHCO ₃)	kg\ha	97.9	60-120	Medium
Kalium (K ₂ O) (Can be assimilated)	Masloviy (CH ₃ COONH ₄)	kg\ha	579	250-550	High
pH	1:2.5 Soil water mixture	-	8.12	6.6-7.5	Less grainy
Salinity (EC)	1:2.5 Soil water mixture	mS/cm	1.73	0-2	Saltless
Lime (karbination)	Scheibler	%	21.06	5-15	High
Sodium (Na) (Can be assimilated)	Masloviy (CH ₃ COONH ₄)	mg/kg	972	81-120	Very high
Calsium (Ca) (Can be assimilated)	Masloviy (CH ₃ COONH ₄)	mg/kg	10110	1150-3500	Very high
Water saturation	Saturation	ml	37.6	51-70	Light grainy
Zinc (Zn) (Can be assimilated)	DTPA	mg/kg	0.64	1.0-2.4	Weak
Iron (Fe) (Can be assimilated)	DTPA	mg/kg	5.2	2.5-4.5	High
Manganese (Mn) (Can be assimilated)	DTPA	mg/kg	3.16	14-50	Very weak
Copper (Cu) (Can be assimilated)	DTPA	mg/kg	0.224	>0.2	Sufficient
Magnesium (Mg) (Can be assimilated)	Masloviy (CH ₃ COONH ₄)	mg/kg	502	160-480	High
CO ₃ 2- (in the soil)	Saturation filtrate				
HCO ₃ - (in the soil)	Saturation filtrate	mel/l	2.7		
Cl ⁻ (in the soil)	Saturation filtrate	mel/l	73		
SO ₄ 2- (in the soil)	Saturation filtrate	mel/l	48.2		
SAR (in the soil)	Calculation	mel/l	10.77	<12	
Ca ²⁺ (in the soil)	Saturation filtrate	mel/l	24		
Ca+ Mg ²⁺ (in the soil)	Saturation filtrate		63		
Mg ²⁺ (in the soil)	Saturation filtrate	mel/l	39		
Na ⁺ (in the soil)	Saturation filtrate	mel/l	60.4		
K ⁺ (in the soil)	Saturation filtrate	mel/l	0.47		
Total nitrogen (N) (in the soil)	Kjeldahl	%	0.019	0.09-0.17	Very weak

Results and their discussions

During the propagation of *Rosmarinus prostratus* Mazziari, the generative or vegetative method is used [1]. Propagation by seeds is rarely used, because the percentage of germination of seeds is a poor 10-20%. Vegetative reproduction of the species is carried out by division of the bush, layering of the bush and penning [2].

Pen propagation can be done twice a year: in spring and autumn. Rooting agent (Kornevin), peat,

compost (Carbon-Nitrogen (C-N) ratio 20:1, 35:1, Humidity 50-60%, PH 6.5-8.0), perlite, growth hormone (Garden Safe Materials such as TakeRoot Rooting Hormone for Plants: 3 butyric acid 0.1 % (C₁₂H₁₃O₂)) were used. Pieces of 10-12 cm long were cut from the mother plant, the leaves in the lower part were cleaned and immersed in cornvine (Figure 3.).



Figure 3. Pen propagation of *Rosmarinus prostratus* Mazzari

The "Garden Ointment" preparation (AEF-MCG-2022-1(42)-12/08/3-M-08 Azerbaijan Science Foundation project number) produced by the Experimental-Industrial Plant LLC was applied to the wounds caused by the cutting of samples from the mother plant. "Garden Ointment" is a preparation for sterilizing and healing damage to ornamental and fruit trees after pruning

and grafting. Garden Ointment prevents stem rot, damage from rodents, frost, sunburn and the introduction of pathogenic organisms due to moisture entering incisions.

The ointment creates an "artificial shell" effect on the trunk shell, it is used to accelerate the regeneration

process. The ointment made of T-46 turbine oil, paraffin, polyethylene, polymer Lubimax 181-TDS material does not burn, does not dry, kneads, and does not melt under the influence of cold. the finished product does not require preheating, it can be used at a temperature of +4°C. It can be used throughout the year, except for frost and rainy days, as water can damage the newly applied protective layer. It is recommended to cover it with a bandage to increase its effectiveness.

Rosemary samples were planted in pots prepared by mixing peat and perlite with water in a ratio of 1/1. Pots are placed in a sunny and warm place. According to research, the initial rooting process occurs after 4-5 weeks. The samples are transferred here by filling the pots with a compost mixture (Carbon-Nitrogen: Carbon-Phosphorus, Oxygen concentration more than 5%). After transplanting, the plant was supported twice with growth hormone (Garden Safe TakeRoot Rooting Hormone for Plants: 3 butyric acid 0.1% ($C_{12}H_{13}O_2$)). New plant individuals grown in pots for several months were transplanted to the open field with a distance of 10 cm. To increase the fertility of the soil layer, 40-50 tons of burnt horse, sheep, goat or cow organic manure was applied before planting. If burnt organic fertilizer

is not given, 100-200 kg of solid humic acid can be given per hectare. It will improve the soil structure, fertility, activity of microbiological processes in the soil and reduce the negative effects of lime in the soil. In addition, since the soil is highly calcareous, 100-150 kg of powdered sulfur and micronutrient fertilizers lacking in the area were sprinkled and plowed per hectare before planting. With this method, we reduce both soil pH and the negative effects of soil lime. As the pH is weakly alkaline and strongly alkaline, normal irrigation was carried out, and DAP (diammonium phosphate) fertilizer was given as heel fertilizer. During pen propagation, it is possible to obtain 60-80% rooted individuals.

Division of the bush - this method of vegetative reproduction is the least labor-intensive and the most widely used method. The process of reproduction of the plant is carried out in autumn (September-October). A bush with a sufficiently strong root system and a large number of shoots was selected to obtain a high result. For the purpose of comparative analysis of the species, the root system of 1, 2, 3-year-old individuals was studied in laboratory conditions (Figure 4.).



Figure 4. *Rosmarinus prostratus* Mazziari. study of the root system

The mother plant was carefully dug up and divided into several parts without damaging the plant root. Each

new bush was planted in separate planting holes, keeping the growth point above the ground level (Figure 5.).



Figure 5. *Rosmarinus prostratus* Mazziari.-Propagation by dividing the bush

Another vegetative propagation method, bush layering, is a less commonly used method. At this time, the part of the mother plant that has formed a flower is folded and that part is buried with soil. Transplantation is carried out after new leaves appear on the branch.

Final result

During the research it was found that *Rosmarinus prostratus* Mazziari. It is possible to get faster results during vegetative propagation. Bush division, pen and folding method were studied comparatively. In reproduction by division of the bush, the development is fast, the plant takes root quickly. While pen propagation requires more agrotechnical care, the method of dividing the mother bush requires less labor. After planting rosemary, the soil should be moist, but not wet, for the plant to be more productive and grow well in all three methods. The first sign of rosemary dehydration is the appearance of yellow leaves at the base of the stems. At this time, the plant reacts to excess moisture by dropping its leaves.

References:

1. Ait-Ouazzou A., Loran S., Bakkali M. et al. "Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Thymus algeriensis*, *Eucalyptus globulus*", 2011, № 14. P. 2643-2651
2. Abdullah Ijaz Hussain¹, Farooq Anwar, Shahzad Ali Shahid Chatha et al. "*Rosmarinus officinalis* essential oil: antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities", *Brazilian Journal of Microbiology*, 2010, № 4, P. 1070-1078
3. Abdulov K. "The importance of ensuring ecological balance in the process of economic development of the Absheron economic-geographic region", Sumgait State University "Scientific News" Department of Social and Humanities, vol. 13 № 4 2017, p. 81-86
4. Bozin B, Mlmica-Dukic N, Samojlik I, Jovin E. "Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., *Lamiaceae*) essential oils", *J. Agric. FoodChem.*, 2007, V. 55, P. 7879-7885
5. Ibadullayeva S.C "Contemporary status and ethnobotanical basis of useful plants of Azerbaijan", abstracts of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 80th anniversary of ADAU Azerbaijan, Ganja-2010, p. 102-103
6. Mammadov T. "Absheron's trees and bushes", Baku:Elm-2011, p. 4-5
7. Yusifov E. , Isayeva N., Askerov F. "Biological diversity: natural monuments of the Absheron Peninsula", Baku 200, p. 17

ECONOMIC SCIENCES

УДК 338.24

RESEARCH OF THE PROBLEM OF ANALYZING THE PROPERTIES OF THE ECONOMIC SYSTEM OF THE STATE

Verigo A.

*Candidate of Economic Sciences, associate professor,
associate professor of the banking economics department of the Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА СВОЙСТВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВА

Вериго А.В.

*кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры банковской экономики Белорусского государственного университета, г. Минск,
Республика Беларусь
<https://doi.org/10.5281/zenodo.13617663>*

Abstract

The article reveals the content of one of the fundamental problems of system research – the problem of analyzing the properties of the state economic system as a large, complex, multi-parametric, multi-connected, dynamic structure. The theoretical basis for writing the article was the modern achievements of leading scientists in the theory of management, theoretical foundations of system research, national economy. The paper investigates the content of properties of the state economic system, systematizes them depending on the level of aggregation and the type of identifier, and identifies the problems of property analysis.

Аннотация

В статье раскрыто содержание одной из фундаментальных проблем системных исследований – проблемы анализа свойств экономической системы государства как большой, сложной, многопараметрической, многосвязной, динамической структуры. Теоретическим базисом для написания статьи явились современные достижения ведущих ученых по теории управления, теоретическим основам системных исследований, национальной экономике. В работе исследовано содержание свойств экономической системы государства, проведена их систематизация в зависимости от уровня агрегированности и вида идентификатора, выявлены проблемы их анализа.

Keywords: systems research; dynamic system; economic system of the state; system properties.

Ключевые слова: системные исследования; динамическая система; экономическая система государства; свойства системы.

Введение. Системные исследования являются основой эффективного управления, в том числе национальной экономикой. Они позволяют всесторонне изучить взаимосвязь элементов системы, оценить и минимизировать внешнее воздействие на систему, обеспечить необходимые показатели качества управления, разработать оптимальные инструменты государственного регулирования экономикой. В современной экономической и научной литературе широко изучены вопросы функционирования, анализа и прогнозирования экономики государства. В разработку данных вопросов внесли большой вклад научные труды Шимова В.Н., Короткевича А.И., Лапко Б.В., Ясинского Ю.М., Гагулиной Н.Л., Новиковой И.В., Куракова Л.П., Ойкена В., Блауберга И.В., Юдина Э.Г., Шюллера А, Крюссельберга Х.Г., Ноздрина Плотницкого М.И., Фоломьевой А.Н. и др. (более подробно Вериго А.В. [1]). Однако, в виду динамично меняющихся условий функционирования национальной экономики, требует более глубокой проработки проблема, связанная с оценкой теку-

щего и прогнозного (желаемого) состояния экономической системы, в том числе аспекты идентификации и анализа ее свойств. Развитие данного направления будет способствовать совершенствованию методического инструментария оценки состояния экономики и повышению качества управленческого воздействия на сложную систему, большинству элементов которой свойственна нелинейность характеристического уравнения.

Основная часть. «Системой ... называется целостная совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, обладающая свойствами, которые не сводятся к свойствам этих элементов и не выводятся из них» [2, с. 22]. Объектом исследования выступает экономическая система государства, представляющая собой сложную систему, включающую множество самостоятельных подсистем, связанных между собой устойчивыми связями. Обобщая существующие определения экономической системы, можно отметить, что она охватывает «элементы хозяйствования, ... экономические отношения, ... экономические условия функционирования» [1].

Экономическая система – это искусственно созданный объект, его функционирование всегда подвергается управлению. Вопрос состоит лишь в направлении, силе, виде и частоте управленческого воздействия. Структура системы изначально описывается в свободном движении с актуальными ее характеристиками. При этом осуществляется постоянный мониторинг (процесс наблюдения, регистрации, контроля) за состоянием системы при всех ее свободных и вынужденных движениях и реакциях. Для каждого из описанных состояний системы характерны свои отличительные свойства, являющиеся базисом качественного управления ее с целью нейтрализации (минимизации влияния) негативных факторов и достижения желаемого состояния системы.

«Формирование и функционирование экономических систем подчиняется общим и частным законам» [3, с. 23], которые формируют ее свойства. В теории системных исследований «проблема анализа свойств системы» [2, стр. 35] была всесторонне раскрыта В.Н. Калининым. Проведем адаптацию и развитие данного подхода применительно к изучению экономической системы государства как объекта управления.

Для системного представления материала разделим свойства экономической системы государства на две условные группы:

- структурные свойства системы («анализ структуры системы» [2, стр. 35]);
- динамические свойства системы, охватывающие: 1) «исследование свободных движений и реакций системы» [2, стр. 35], имеющие место «при отсутствии возмущений» [2, с. 99]; 2) «исследование вынужденных движений и реакций системы ... обусловленных формируемыми ... управляющими воздействиями» [2, стр. 35]. Динамические свойства включают все аспекты изучения текущего и прогнозного состояния системы, ее наблюдаемости, управляемости и устойчивости.

В зависимости от уровня агрегированности и вида идентификатора внутри выделенных групп решаются следующие задачи анализа свойств динамической системы:

1. *Структурный анализ системы.* Предполагает анализ таких свойств как: «целостность», «структурность» [2, с. 22], «связность, конфигурация, однородность (неоднородность) элементов системы» [2, с. 35]; «целенаправленность...; открытость... завершенность» [3, с. 23]; организованность; функциональность (проявление определенных свойств); иерархичность («системы, функционирующие как единое целое на одном уровне, функционируют как части системы более высокого уровня» [4, с. 7]).

Исследуем основные аспекты структурного анализа системы.

Целостность системы означает, что каждый элемент системы вносит вклад в реализацию целевой функции системы, которая достигается посредством определенных взаимосвязей и взаимодей-

ствий элементов системы, т.е. это такая совокупность элементов «в рамках которой проявляются системные синергетические эффекты» [4, с. 7].

Структурность – это упорядоченность системы, определенный набор и расположение элементов со связями между ними. «Структура экономической системы – это совокупность элементов и их устойчивых связей, обеспечивающих целостность системы и тождественность ее самой себе» [3, с. 29]. При структурном анализе экономической системы можно руководствоваться одним из двух подходов понимания ее структуры. В соответствии с первым «различают воспроизводственную, социальную, отраслевую, территориальную (региональную) структуры национальной экономики и ее инфраструктуру» [5, с. 31-32; 3, с. 29]. Второй подход предполагает ее изучение «по факторам производства» [5, с. 33]: труд, земля, капитал. Каждый иерархический уровень может включать дополнительные задачи анализа, отражающие их специфические свойства. Для более глубокого структурного анализа также исследуются «строение ...внутренности (ядра) системы», «строение ее полюсов (входного и выходного)» и «взаимосвязи полюсов со средой, полюсов со внутренностью системы» [2, с. 35].

Ядро системы – это объекты высшего порядка со всевозможными уровнями его защиты (системообразующие банка, приоритетные виды экономической деятельности и др.) Исследование ядра системы предполагает изучение системообразующих экономических агентов, явлений и процессов. Основными задачами его анализа являются: исследование и оценка теоретико-функциональных и количественных характеристик элементов системы; идентификация и систематизация открытых и скрытых экономических агентов, явлений и процессов; идентификация направлений и видов связей элементов внутри системы и пары «система-среда». Наибольшую сложность представляют поиск экстремумов показателей, обеспечивающих устойчивое и эффективное развитие национальной экономической системы, а также обоснование допустимого уровня их отклонений и колебаний.

Структурный анализ экономической системы возможен «с помощью агрегирования... Основными агрегатами являются: макроэкономические агенты, макроэкономические рынки, макроэкономические взаимосвязи, макроэкономические показатели» [4, с. 44]. Как верно подчеркнула Гагулина Н.Л., экономические агенты наряду с механизмами координации их деятельности «доминируют по отношению к остальным механизмам и отличаются устойчивостью» [3, с. 23].

Согласно действующему законодательству Республики Беларусь, экономическая система включает две сферы (производства, услуг) и соответствующие им виды экономической деятельности, объединяющиеся в секторы экономики. «Институциональные единицы группируются в следующие секторы: нефинансовых корпораций, финансовых корпораций, государственного управ-

ления, домашних хозяйств, некоммерческих организаций, обслуживающих домашние хозяйства» [6, с. 16].

На рисунке 1 представлена динамика выпуска товаров (услуг) в разрезе сфер экономической деятельности (сферы производства и сферы услуг).

Как видно из рисунка, наблюдается устойчивая тенденция роста объема выпуска товаров и услуг в обеих сферах экономики.

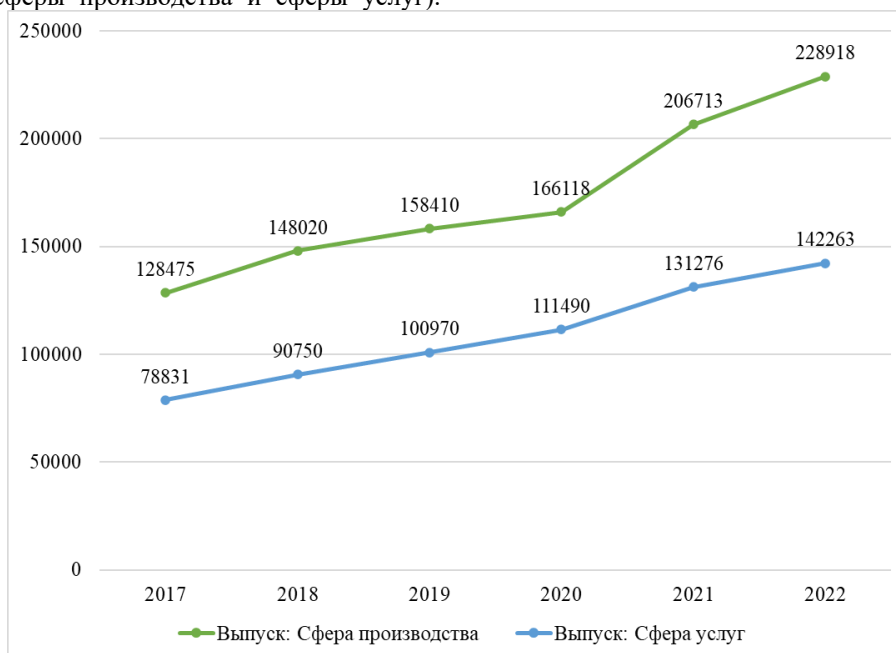


Рисунок 1. Динамика выпуска товаров (услуг) в разрезе сфер экономической деятельности, млн руб.

Примечание. Составлено автором на основе данных Национального статистического комитета Республики Беларусь [6].

Далее на рисунке 2 представлена динамика выпуска сферы производства в разрезе секторов экономики: нефинансовые корпорации, домашние хозяйства, государственное управление. Как видно, наблюдается устойчивая положительная тенденция изменения показателей. Наибольшие темпы роста

были достигнуты: по сектору «Нефинансовые корпорации» – в 2021 г. (124,89%); по сектору «Домашние хозяйства» – в 2022 г. (148,64%); по сектору «Государственное управление» – в 2019 г. (156,82%).

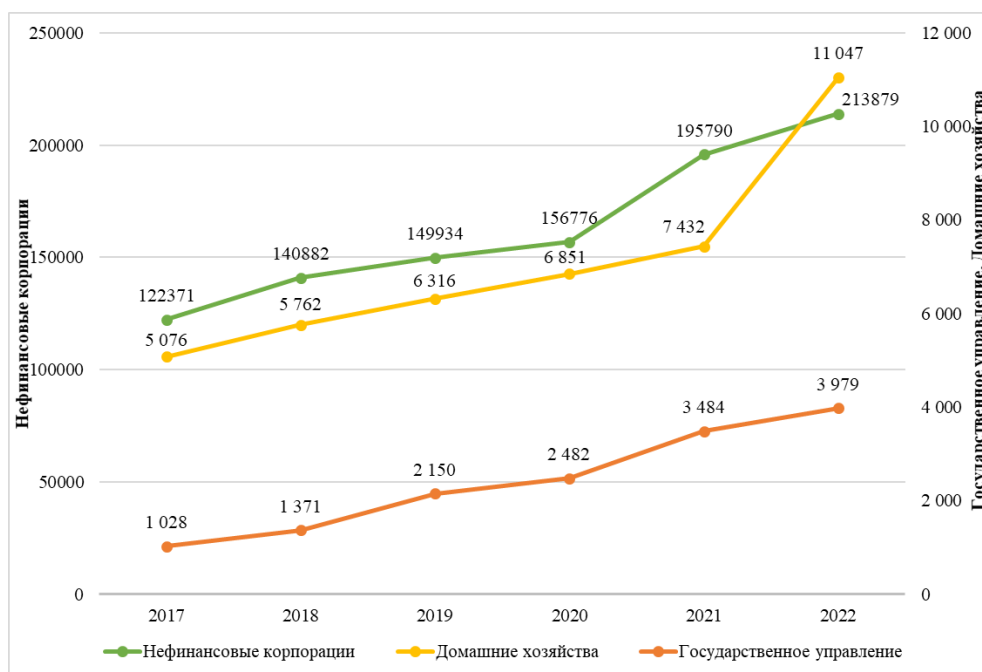


Рисунок 2. Динамика выпуска сферы производства в разрезе секторов экономики (нефинансовые корпорации, домашние хозяйства, государственное управление), млн руб.

Примечание. Составлено автором на основе данных Национального статистического комитета Республики Беларусь [6].

Ниже, на рисунке 3 представлена динамика выпуска сферы услуг в разрезе секторов экономики: нефинансовые корпорации, государственное управление, домашние хозяйства, финансовые корпорации. Все сектора экономики сферы услуг де-

монстрируют положительную тенденцию изменения показателя. Наибольшие темпы роста были обеспечены в 2021 г по секторам «Домашние хозяйства», «Нефинансовые корпорации» (121,82% и 118,98% соответственно), в 2022 г по сектору «Финансовые корпорации» (144,65%).

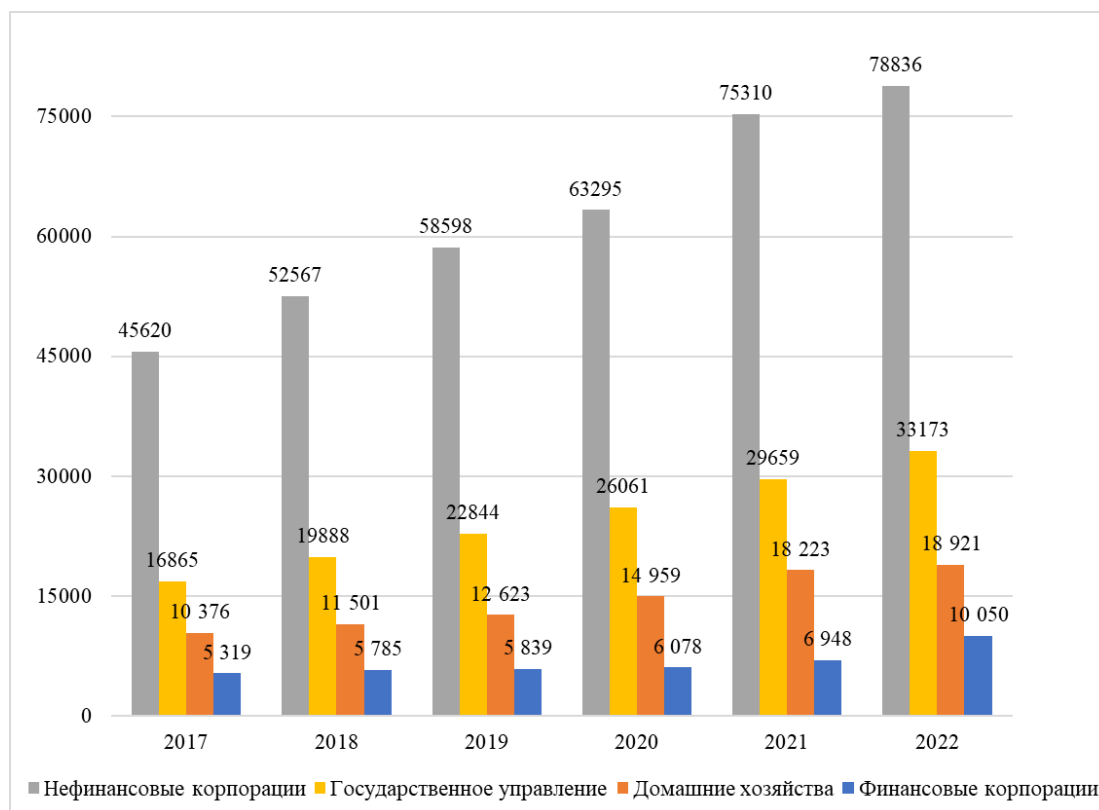


Рисунок 3. Динамика выпуска сферы услуг в разрезе секторов экономики (нефинансовые корпорации, государственное управление, домашние хозяйства, финансовые корпорации), млн руб.

Примечание. Составлено автором на основе данных Национального статистического комитета Республики Беларусь [6].

Все сферы и секторы экономики, также как и макроэкономические рынки являются основными агрегатами экономической системы государства. Состояние равновесия на каждом из них находится в тесной взаимосвязи друг с другом, как следствие, важным вопросом является определение ее силы и направления.

2. *Анализ состояния системы (текущего, желаемого, прогнозного)*. Включает анализ таких свойств как: наблюдаемость [2, с. 99], идентифицируемость элементов системы и ее взаимодействия с внешней средой, гибкость, эластичность (чувствительность).

При исследовании первых двух свойств необходимым и достаточным условием является исследование системы в свободном ее движении.

Для практической реализации свойства «наблюдаемость» экономической системы необходимо:

- наличие объективной и достаточной исходной аналитической информации (нормативной, статистической, учетной, финансовой и др.), а также соответствующего теоретического и методологического инструментария для ее интерпретации;

- системность и оптимальность нормативного правового регулирования деятельности всех субъектов экономики;

- объективность отражения и регистрации экономических процессов и явлений;

- качественная оценка ненаблюдаемой экономики и определения ее места (доли) в основных макроэкономических показателях, характеризующих эффективность и устойчивость функционирования национальной экономической системы.

Идентифицируемость элементов системы и ее взаимодействия с внешней средой – исследовательский процесс, который предполагает поиск и выявление отличительных признаков, качественных и количественных характеристик параметров, оказывающих существенное влияние на функционирование экономики государства (элементов системы) и взаимодействия ее со средой.

Свойства «гибкость» и «чувствительность» наиболее полно себя проявляют при сравнительном анализе свободного и вынужденного движения системы.

«Гибкость может рассматриваться как приспособляемость к условиям среды (адаптивная гибкость), ...или поведения системы в результате определенного воздействия на нее (нормативная гибкость)» [7]. Исследование гибкости системы предполагает изучение ее предела – «критические значения параметров системы, превышение которых ведет к ее качественной перестройке» [7]. Следствием последнего является адаптация и (или) изменение свойств системы.

Чувствительность системы (ее элементов) может быть оценена тремя качественными характеристиками: низкая, средняя, высокая, которые отражают соответствующий им уровень риска. Для целей управления будут приняты во внимание две последние характеристики.

Данный подход нам позволит идентифицировать:

- слабые стороны системы и на этой основе разработать соответствующий методологический инструментарий для активации защитных функций и реализации превентивных механизмов. Последние могут как полностью устранять отрицательные последствия, так и минимизировать их влияние;

- входные и выходные полюса для наиболее оптимального управляющего воздействия.

3. *Анализ устойчивости системы* («устойчивость» [2, с. 99]), в том числе к «внешним воздействиям» [3, с. 23].

Понятие устойчивости включает субъектно-объектные характеристики системы. Устойчивость должна проявляться как на уровне экономических агентов (рынков, институциональных единиц и др.) и механизмов координации их деятельности, так и на уровне экономических отношений, которые выражаются в формировании соответствующих показателей (параметров) и их тенденциях.

При анализе устойчивости экономической системы и оценке характеризующих ее параметров (экстремумов функций), необходима их детализация по трем направлениям: в исходном, переходном (переходная характеристика системы – включает временной интервал от начала регулирующего воздействия на систему до ее выхода к устойчивым заданным параметрам); итоговом (результативном) состоянии системы.

Одной из характеристик устойчивости системы является ее способность к самостабилизации – «стремление к динамическому балансу между внутренними элементами и внешней средой, даже в случаях нарушения устойчивого равновесия» [4, с. 7].

Оценка свойства «устойчивость» включает изучение:

- характеристик управляющих сигналов, применяемых регулятором к системе в соответствии с заданным качеством управления. Регуляторы следят за изменением параметров объекта управления (непосредственно, либо с помощью наблюдателей) и реагируют на их не желаемые изменения (отклонения) посредством разработанных алгоритмов управления. Наиболее проблемным остается вопрос выбора параметров управления;

- переходного состояния системы – реакции динамической системы на приложенное к ней управленческое воздействие с момента управленческого воздействия до заданного значения. Изучение данных процессов является важным этапом в процессе анализа динамических свойств и качества рассматриваемой системы;

- методов и инструментов корректирующего воздействия, применяемых регулятором при отклонении параметров от заданных значений и обеспечивающих необходимые свойства этой системы, устойчивое и качественное ее функционирование;

- наличия (отсутствия) необходимости перерегулирования системы – определяется величиной первого выброса, как правило, измеряется в процентах.

- типа обратной связи после применения регулирующего воздействия (положительная, отрицательная). Отрицательная обратная связь уменьшает влияние внешнего воздействия на систему и делает ее более устойчивой к случайному изменению параметров.

Параметрами макроэкономического регулирования, отражающими устойчивость развития экономики, могут являться: «национальное производство и национальный продукт; совокупный спрос и совокупное предложение, уровень безработицы и инфляции; общий уровень цен и доходов, экономический рост» [4, с. 5]; различные *количественные пропорции* между макроэкономическими показателями: «общеэкономические»; «межотраслевые»; «внутриотраслевые»; «межрегиональные»; «межгосударственные» [4, с. 37]; *темпы роста* ВВП, валовой добавленной стоимости, валового национального дохода, валового сбережения, чистого кредитования (чистого заимствования); *структура* выпуска, валовой добавленной стоимости, распределения первичных доходов, источников финансирования операций с капиталом, внешнеэкономических связей; *уровень* инфляции и уровень безработицы и т.д.

4. *Анализ управляемости системы* («управляемость» [2, с. 99]),

Предполагает анализ таких свойств как: «неаддитивность» [2, с. 22], т.е. несводимость к свойствам частей [8]; «эмерджентность» [2, с. 22], синергичность, инерционность. Отличительными характеристиками последних двух категорий является следующее: «эмерджентность – это несоответствие цели... (системы) с целями ее частей, а синергичность – это совпадение направленности действий и усилий в системе» [9], т.е. «эмерджентность относится к явлениям, а синергия к процессам» [10]. Наличие интегрированных качеств показывает, что свойства системы хотя и зависят от свойств элементов, но не определяются ими полностью.

На управляемость системы оказывают влияние следующие характеристики:

- идентифицируемость точек входа (воздействия) на систему и соответствующих им реакций;
- связность элементов системы;
- типы взаимодействия со средой;

- уровень устойчивости состояния экономической системы при отсутствии возмущающего воздействия;

- уровень инертности системы;

- гибкость реакции системы на управляющие воздействия с учетом установленных регулятором качественных и количественных ограничений, а также приоритетных целей развития экономики государства. Управляющее воздействие может осуществляться по трем направлениям: рост, поддержка текущего состояния, уменьшение влияния негативных факторов. Оно должно быть нацелено на решение ряда сложностей. Кушили В.И. и Фоломьев А.Н. различают несколько видов сложности экономических систем [11, с. 26]: «структурная сложность», «функциональная сложность», «сложность выбора поведения в многоальтернативных ситуациях», «сложность развития», «управленческая сложность» (более подробно [1]). Наряду с выделенными, также можно добавить идентификационную сложность, которая отражает вопросы: объективности восприятия и уровня профессионализма наблюдателя; идентификации инструмента (вида) воздействия (внутреннего и внешнего) и соответствующей именно им реакции.

- звено запаздывания, характеризующее повторение входного сигнала точно по его форме и величине, но с некоторой задержкой (сдвигом) во времени. Его оценка также важна для исследования реакции системы на воздействие;

- колебательность системы: характеризует склонность системы к колебаниям и определяется как модуль отношения амплитуд второго колебания к амплитудам первого колебания;

- доступность к управлению возмущающими воздействиями.

На основании вышеизложенного обозначим *основные проблемы анализа свойств* экономической системы государства.

Во-первых, при анализе свойств нужно учитывать тот факт, что экономическая система государства является сложной системой, большинству элементов которой свойственна нелинейность характеристического уравнения. В зависимости от характеристик нелинейных элементов экономической системы (слабые нелинейности; существенные нелинейности) разрабатывается соответствующий управленческий методический инструментарий. В случае идентификации слабых нелинейностей элементов системы, которые могут быть заменены усредненными их характеристиками, последние аппроксимируются полиномами или через аналитические однозначные функции. Возможность такого подхода обусловлена тем, что такие нелинейности незначительно влияют на динамику системы при малых изменениях входного воздействия, т.е. система ведет себя как линейная. При работе с данной группой элементов проблемной зоной является качественная идентификация входных сигналов (воздействий) на предмет малых и больших их изменений, так как в последнем случае проявляется нелинейность элементов системы. В случае существенных нелинейностей – элементы

описываются системой уравнений. Принципиально важным методическим аспектом является понимание того, что при таком типе нелинейности существенно меняются характеристики системы, обеспечивая реализацию интегративных ее свойств.

Вторая, не менее важная проблема – описание экстремумов функций, характеризующих свойства системы, и обоснование параметров их изменений (краевых условий параметров). Решение данной проблемы является основанием для разработки автоматической системы управления, которая при качественном подходе обеспечивает оперативность и эффективность функционирования системы.

Третья проблема связана с применением задач «поиска решений» нацеленных на выявление: 1) свойств, которые при определенной организации способствуют снижению энтропии (степени неопределенности) системы по сравнению с энтропией системоформирующих факторов, определяющих возможность создания системы; 2) интегративных свойств, т.е. присущих системе в целом, но не свойственных ни одному из ее элементов в отдельности.

Четвертая проблема является продолжением предыдущей и включает качественную и количественную оценку и оптимизацию таких свойств как: «неаддитивность», «эмерджентность», «синергичность». Для оценки могут быть использованы следующие методы анализа и сбора данных: дельфи, экспертной оценки, интерполяции и экстраполяции, теоретико-функционального, морфологического, структурно-логического, детерминированного, стохастического анализа и др.

Пятая проблема – контроль и регистрация динамических характеристик системы. Движение системы может быть свободным по одним направлениям (элементам) и вынужденным (внешнее воздействие (стохастическое, детерминированное); целевое управленческое воздействие) по другим, интегрируя, тем самым, свободную и вынужденную реакцию системы и, приводя ее к некоторому итоговому состоянию. При этом необходимо принимать во внимание возможность получения разной реакции динамической системы при одинаковом возмущающем воздействии ввиду различий во времени исходных ее характеристик.

Закключение. Применение предложенного подхода позволит идентифицировать устойчивые свойства национальной экономической системы и разработать соответствующий нормативный и методологический инструментарий оценки ее свойств с целью повышения качества управления и увеличения силы его воздействия. Свойства должны всесторонне отражать изучаемую систему. В этой связи, как инструмент управления, все необходимые параметры описания состояния системы должны быть наделены соответствующими характеристиками (качественными, количественными), отражающими экстремумы функций устойчивых свойств системы, а также допустимый уровень их отклонений, что позволит описать состояние экономической системы с применением математического

аппарата. При этом необходимо принимать во внимание, что в зависимости от принципа группировки элементов, могут быть образованы различные по свойствам системы, так как система определяется не только характеристикой составляющих ее элементов, но и связями между ними.

Список литературы:

1. Verigo A. Problems and directions of classification of Economic systems / A. Verigo, Wu Yizhe, D. Shparun // Danish Scientific Journal (DSJ). – 2024. – № 85. – P. 22-36.
2. Калинин, В.Н. 2013. Теоретические основы системных исследований: краткий авторский курс / В.Н. Калинин. Изд. 2, испр. и доп. – СПб: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2013. – 278 с.
3. Гагулина, Н.Л. 2015. Макроэкономика: учебник / Н.Л. Гагулина. – СПб.: РГГМУ, 2015. – 246 с.
4. Макроэкономика: учебник для вузов / Л.П. Кураков, М.В. Игнатьев, А.В. Тимирясова и др.; под общ. ред. Л.П. Куракова. – Москва: Изд-во ИАЭП, 2017. – 336 с.
5. Макроэкономика: учеб. пособие / М.И. Ноздрин-Плотницкий, Э.И. Лобкович, Л.Н. Новикова и др.; под ред. М.И. Ноздрина-Плотницкого. – Минск: Амалфея: Мисанта, 2012. – 315 с.
6. Национальные счета Республики Беларусь: стат. сборник (2024) [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_87171.
7. Белый М., Приходько В. К вопросу о гибкости организаций органического типа / М. Белый, В. Приходько // Международный журнал "Проблемы теории и практики управления". – № 4/98. – URL: https://vasilievaa.narod.ru/13_4_98.htm.
8. Юдин, Б.Г. Аддитивность и неаддитивность [Электронный ресурс] / Б.Г. Юдин // Гуманитарный портал: Концепты. Центр гуманитарных технологий, 2002–2024 (последняя редакция: 27.02.2024). – URL: <https://gtmarket.ru/concepts/7243>.
9. Самойлова, Т.Д. Эмерджентность и синергичность в условиях эффективности функционирования торговой организации [Электронный ресурс] / Т.Д. Самойлова // Экономика. Финансы. Общество. – 2022. – № 1. – С. 73-84. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/emerdzhentnost-i-sinergichnost-v-usloviyah-effektivnosti-funktsionirovaniya-torgovoy-organizatsii>.
10. Лафта Дж. К. Теория организации: учебное пособие. М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2003. 416 с.
11. Инновационный тип развития экономики: учебник. Изд. 2-е, доп. и перераб. / Под общ. ред. А.Н. Фоломьева. – Москва: Изд-во РАГС, 2008. – 712 с.

DEVELOPMENT AND CHALLENGES OF SKI TOURISM IN AZERBAIJAN: A COMPREHENSIVE ANALYSIS

Mirzayeva A.

Baku State University (lecturer)

Institute of Control Systems (dissertant)

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13619516>

Abstract

Tourism is an integral facet of modern life, offering diverse experiences away from routine environments. This study explores ski tourism within the broader context of adventure and extreme tourism, focusing on Azerbaijan's emerging ski resorts. Key challenges such as infrastructure development, accessibility, seasonal fluctuations, environmental impacts, and competition are analyzed. The article emphasizes the need for sustainable development strategies and enhanced promotional efforts to establish Azerbaijan as a competitive destination for ski tourism.

Keywords: tourism, ski resorts, extreme tourism, adventure tourism, Azerbaijan, infrastructure, sustainability

Introduction: Tourism has evolved significantly, with ski tourism emerging as a niche sector catering to adventure enthusiasts seeking physical challenges in natural environments. Azerbaijan, nestled in the Caucasus region, has begun developing its ski resorts to attract both domestic and international tourists. This article examines the specific challenges faced by Azerbaijan in developing its ski tourism industry, highlighting key factors influencing its growth and sustainability.

There is still no universally accepted definition of tourism. For example, in statistics, tourism is understood as a form of population migration that is not associated with changing residence or work. A widely used definition was developed by the International Conference on Travel and Tourism Statistics and approved by the WTO and the UN Statistical Commission in 1991. According to this conventional decision, a tourist is a visitor, that is, a person who travels and stays in places outside their usual environment for no more than twelve months for any purpose other than engaging in activities remunerated from within the place visited.

Thus, "tourism" is a very complex concept. In different areas of the tourism industry, this word is interpreted differently. There are many approaches to its definition. Considering that tourism for us is a systemic object of study, a conceptual definition is necessary. Probably the most relevant is the characterization of tourism as a set of relationships and phenomena that arise during the movement and stay of people in places different from their place of residence and work. This widely accepted definition was developed by the International Association of Scientific Experts in Tourism.

Along with the general definition, the classification of individual types of tourism remains problematic. For research purposes, the classification of special types of tourism is important. These can include tourist activities that are fully or partially characterized by the following features:

- Exotic types of tourism;
- Labor-intensive creation of the final tourist product;
- Capital intensity;
- Combination of characteristics of various types of tourism;

Dependence on secondary human needs;

Use of non-traditional sources of financing.

Special, most common types of tourism that meet the above requirements include ski and extreme tourism. Today, ski tourism is still considered an elite type of recreational activity. There are several reasons for this: the geographically conditioned inaccessibility of regions attractive for this type of vacation; the cost of ski tours is significantly higher than that of classic beach vacations; and low popularity among tourists due to existing slope safety issues. Only 3% of the country's population visits ski resorts.

Now it is necessary to define ski tourism itself. The type of tourism is determined in relation to the conditional country of visit: domestic, inbound, and outbound tourism. Ski tourism falls into all three categories. Social and amateur tourism are distinguished. Ski tourism can be both amateur (i.e., self-financed) and social (e.g., the state finances certain sports competitions). Regarding classification by trip purpose, ski tourism belongs to sports tourism (sports tourism involves trips aimed at active participation in sports events). In terms of organization, ski tourism can be package or individual. Ski tourism is a seasonal type of tourism. In Scandinavian countries and Russian resorts, it lasts approximately from October to May. Thus, it can be said that ski tourism is a special type of tourism characterized by many criteria and fits into many classifications.

An analysis of numerous interpretations of the concept of "ski tourism" has revealed two predominant definitions. The first: ski tourism is a type of mountain tourism that involves descending mountains on skis or a snowboard; the second: it is a type of sports tourism. However, today these interpretations are no longer relevant. In our opinion, the following definition is more pertinent. Ski tourism is the descent from mountains on skis or a snowboard on natural snowy slopes and specially prepared trails for recreational purposes.

In Europe, the intensive development of extreme tourism began in the late 1880s and early 1890s. During this time, the popularization of this direction among tourists and athletes also started. In Azerbaijan, this occurred nearly a century later, in the 1990s.

Where did skiing originate? The most common belief is that the "cradle" of skiing belongs to Scandinavia and Mongolia. There is also evidence that the homeland of skiing was the Baikal region, close to Mongolia in terms of natural and historical conditions. On the banks of the Lena and Angara rivers and Lake Baikal, rock paintings have been found, suggesting the presence of "skis" during the Mesolithic and Paleolithic periods.

The history of special mountain skis began more than 3,000 years ago. In the Republic of Karelia, on the shores of the White Sea, rock paintings depicting skiers have been found. Historical sources describe people who used skis for hunting and warfare. Additionally, their active use in the European North is reflected in folklore. An ancient Icelandic legend tells of the goddess Skadi. She left her husband and returned to her homeland to stay there until the end of her days, skiing with her friend Ullr (the God of Snow).

In Norway, as early as the 11th century, unique ski competitions were held. However, there were no standard rules. The people themselves acted as judges, choosing the winner. Being a winner of such competitions was so prestigious that even kings aspired to participate. There is a saga about King Harald the Hard-Ruler, who did not want to give up his fame to a young man rumored to be the fastest skier. The king decided to teach the young man a lesson and asked him to jump over a cliff. The legend tells how "Hemming climbed to the top of a high mountain, strapped on his skis, and rushed down with such speed that it seemed incredible. To keep the skis from falling off at speed, he tried to make smooth turns. Suddenly, he pushed off and made a jump into the air. The wind filled his cloak. It billowed like a sail, and Hemming flew, flew..."

Thus, it is clear that skis have been used by northern peoples since at least the early Iron Age. They made it possible to travel faster and facilitated hunting. In military affairs, they were sometimes indispensable.

Today, people ski all over the world. In Austria and France, in the USA and Japan, in New Zealand and the Philippines, and even in Africa. Today, ski resorts exist in all countries. The main alpine skiing center remains Europe, but even in Africa, there are opportunities to ski. The classic region for mountain recreation is the Alpine region within France, Austria, Switzerland, Liechtenstein, Germany, and Italy. The constant flow of skiers has led to the creation of specialized alpine skiing areas. Their number grows every year. Existing resorts improve, enhance their service levels, create new trails, and more.

Azerbaijan, located in the Caucasus region, has emerged as a promising ski tourism destination with resorts like Shahdag, Tufandag, Gabala, and Oguz. Despite challenges such as limited infrastructure and seasonal variability, Azerbaijan is investing in modernizing facilities and enhancing visitor experiences to attract a growing number of domestic and international tourists.

These resorts are actively developing and aim to attract more tourists, providing them with opportunities for active outdoor recreation, comfortable accommodation, and entertainment.

The development of ski tourism in Azerbaijan faces several challenges that need to be addressed for the industry to thrive:

Infrastructure Development: While there are ski resorts like Shahdag and Tufandag, infrastructure development, including roads, accommodations, and facilities like ski lifts and snowmaking equipment, needs further investment and improvement.

Accessibility: Some ski resorts in Azerbaijan are located in remote areas, making access challenging, especially during winter when weather conditions can affect road travel.

Seasonal Nature: Ski tourism in Azerbaijan is highly dependent on weather conditions and the duration of the winter season. Shorter winters or unpredictable snowfall patterns can impact the length of the ski season.

Marketing and Promotion: There is a need for better marketing and promotion of Azerbaijani ski resorts both domestically and internationally to attract more tourists and raise awareness about the country's skiing opportunities.

Skill Development: Training and developing local ski instructors and staff in hospitality and tourism services are essential to enhance the quality of visitor experiences and safety standards.

Environmental Impact: Ski tourism can have significant environmental impacts if not managed sustainably. It's crucial to implement practices that minimize ecological footprints, such as waste management and preserving natural habitats.

Competition: Azerbaijani ski resorts face competition from more established destinations in neighboring countries like Georgia and Turkey, which have longer traditions in winter sports and more developed infrastructure.

Addressing these challenges requires coordinated efforts from the government, private sector, and local communities to invest in infrastructure, promote sustainable practices, improve accessibility, and enhance marketing efforts to position Azerbaijan as a competitive ski tourism destination.

Ski tourism has evolved into a specialized niche within the global travel industry, offering enthusiasts thrilling experiences amidst scenic mountain landscapes. This study explores the development trajectories of ski tourism in Azerbaijan, Georgia, Turkey, and Switzerland, highlighting similarities, differences, and challenges unique to each destination.

Georgia has capitalized on its mountainous terrain, particularly in regions like Gudauri, Bakuriani, and Mestia, to develop world-class ski resorts. The country benefits from strategic infrastructure investments, favorable snow conditions, and a robust tourism promotion strategy, making it a popular destination for ski enthusiasts from Europe and beyond.

Turkey boasts diverse ski resorts across its mountainous regions, including Palandoken, Uludag, and Erciyes. With significant investments in infrastructure and accessibility improvements, Turkey has positioned itself as a leading ski tourism destination in the Middle East, attracting a mix of local and international visitors seeking winter sports adventures.

Switzerland remains a global benchmark for ski tourism, renowned for its iconic resorts such as Zermatt, St. Moritz, and Verbier. The country's extensive ski infrastructure, reliable snow conditions, and high-quality hospitality services cater to a discerning international clientele, contributing significantly to its tourism economy.

Comparative Analysis:

Infrastructure Development: Azerbaijan and Turkey are actively investing in ski resort infrastructure, whereas Georgia benefits from existing Soviet-era facilities. Switzerland maintains extensive and well-established infrastructure.

Accessibility: Switzerland and Turkey have well-developed transportation networks to ski resorts, while Azerbaijan and Georgia face challenges with remote locations and seasonal road conditions.

Seasonality: Switzerland and Austria benefit from longer ski seasons due to reliable snowfall, whereas Azerbaijan and Georgia experience variability in snow conditions, impacting the duration of their ski seasons.

Environmental Impact: All countries prioritize sustainable practices, but Azerbaijan and Georgia face unique challenges in managing environmental impacts due to rapid development in mountainous ecosystems.

Competitive Positioning: Switzerland leads in luxury and high-end markets, while Azerbaijan, Georgia, and Turkey focus on affordability and accessibility to attract a broader tourist base.

Conclusion

Ski tourism in Azerbaijan, Georgia, Turkey, and Switzerland exemplifies diverse approaches to leveraging natural mountain assets for economic development and tourism promotion. Each country faces distinct challenges and opportunities based on its geographical, economic, and cultural contexts. Sustainable development practices, infrastructure improvements, and targeted marketing efforts are crucial for enhancing competitiveness and ensuring long-term viability in the global ski tourism market.

Gradually, traditional types of leisure such as educational, beach, or cultural-historical tourism are giving way to more active forms of entertainment. These include travel experiences where people learn something new, experience new emotions and impressions, test their endurance, and overcome their fears. This type of tourism is called adventure or extreme tourism.

Extreme activities are those that present a real risk to the individual. There is no universally accepted definition of this type of tourism. We have reviewed the most commonly encountered definitions and based on them, we have formulated our own definition.

The state of modern Azerbaijani extreme tourism is characterized by two contradictions:

Between the diversity and richness of tourist resources and the low level of organization of extreme tourism;

Between the high demand for popular destinations and the lack of professionally trained personnel.

It should be noted that Azerbaijan's unique natural resources and cultural heritage cannot be considered sufficient conditions for the development of tourism. It

is evident that Azerbaijan needs an influx of investments, primarily in the development of tourist infrastructure to create a network of tourist-class hotels that provide comfortable living conditions at low prices. However, there remain many unresolved issues:

Weak material base for extreme and adventure tourism: recreational bases have fallen into decay, and most companies do not have modern tourist equipment.

Lack of professionally trained personnel.

Inadequate information field: there is a near-complete absence of specialized literature and low awareness among tourists about extreme tourism.

The provision of necessary assistance to tourists in distress within Azerbaijan is the responsibility of the Ministry of Emergency Situations (MES). However, information about the location of search and rescue service units, their capabilities, and means of communication with them is practically inaccessible to the tourist community.

However, unlike foreign resorts where the ski component of tourism activities is often considered a priority, Azerbaijan faces many unresolved problems:

Insufficient investment attractiveness of the sector. The creation and further operation of ski resorts is an expensive business. Consequently, not many are willing to invest in such low-profit projects.

Lack of support for entrepreneurs regarding land issues.

Insecurity of private capital investments. There is no guarantee that businesses will not have to be abandoned due to changes in the legislative sphere.

Lack of information among tourists about Azerbaijani ski resorts. Absence of large-scale advertising.

Underdeveloped infrastructure.

Low level of service, primarily caused by an underdeveloped competitive environment.

Technical facilities are inferior to foreign resorts.

In conclusion, it is worth noting that ski tourism represents a new stage in the development of the modern tourism world. This direction will continue to grow each year, attracting an increasing number of tourists. The primary demographic for ski slopes has been and remains people aged 18 to 35. Gradually, ski tourism is transitioning from an elite and exotic activity to a more mainstream tourism direction. This type of tourism appeals to those who seek something new, want to test their endurance, and challenge their fears.

References:

1. Alexandrova A.U. International Tourism. Moscow: Aspect Press, 2004. 470 p.
2. Babkin A.V. Special Types of Tourism: textbook. Rostov-on-Don: Phoenix, 2008. 252 p.
3. Baikov A.V. Inbound Tourism, Current State and Development Prospects in the Russian Federation. Russian Entrepreneurship. No. 5 (110). Moscow, 2008. P. 120-124.
4. Zhdanov S.A. Geography of Tourism: textbook. Moscow: Alfa-M, 2008. 464 p.
5. Zhukova M.A. Management in the Tourist Business: textbook. Moscow: KnoRus, 2006. 192 p.

6. Karmanova T.E., Kaurova O.V., Maloletko A.N. Tourism Statistics. Moscow: KnoRus, 2010. 233 p.
7. Lukina E.A. Main Reasons for the Popularity Growth of Extreme and Adventure Tourism. Modern Issues of Service and Tourism. No.4. Moscow, 2008. P. 29-34.
8. Olderson E. World Atlas of Ski Resorts. Moscow: Grand-Fair, 2010. 272 p.
9. Zhdanova M. Guidebook. Ski Resorts of Europe. Polyglot. Moscow: Ajax-Press, 2011. 299 p.
10. Terentyev I.A. Management of Ski Tourism Development. Abstract of the dissertation for the degree of candidate of economic sciences. Sochi, 2006. 25 p.

THE MOST ADVANCED PRACTICE OF CORPORATE GOVERNANCE IN THE BRICS STATES**Kenjaeva U.***TSUE, Senior lecturer at Corporate Governance Department*<https://doi.org/10.5281/zenodo.13619536>**Abstract**

This article reflects on the most advanced practice of corporate governance in the BRICS states. In particular, information is provided on the features of corporate governance in BRICS states, the legal and institutional framework of corporate governance, the structure of the council in states and the role of independent directors, the rights of shareholders and the regulatory bodies of corporate governance. The advantages of corporate governance in BRICS states are widely covered.

Keywords: BRICS states, corporate governance, legal framework of corporate governance, most advanced practice, shareholders, independent directors, boards and committees.

Introduction

In the world economy, corporate governance determines the socio-economic development of society, now corporate governance is changing and improving in the countries of the world. Corporate governance divides the system of interaction between the managing directors of the company, its supervisory board, shareholders as well as all interested persons. Also, corporate governance creates a system in which the goals of the company are set, and the means of achieving these goals and controlling the results of the company's activities are set.

The role of modern corporate governance in order to stimulate the interests of shareholders and increase the value of shares in the whole world is incomparable. Modern corporate governance is a key issue in creating an effective market economy based on the rule of law. Misuse or exaggeration of corporate power by managers, owners, and shareholders who own a control equity package will harm both domestic and foreign investors. Therefore, to improve the practice of corporate governance, it is required to introduce modern standards and principles that establish fair corporate relations, as well as foreign advanced experience and practice of corporate governance.

Analysis of thematic literature

Today, the study of mature and modern experience in the practice of corporate governance in the world, as well as the skills formed, is one of the pressing issues.

R.I.Triker, from foreign scientists, in his works says that, “”

Xorijiy olimlardan R.I.Triker o‘zining asarlarida – “Corporate governance is concerned with maintaining a balance between economic and social goals and individual and collective goals. The management system exists to promote the efficient use of resources and equally to demand responsibility for the management of these resources. The goal is to adapt the interests of individuals, corporations and society as much as possible”[1].

After, Sir Edrian Kedbery states that “corporate governance is a system in which companies are managed and controlled. Boards of directors are responsible for managing their companies. After describing the role of shareholders in management as appointing directors and auditors to the relevant management structure and

satisfying themselves”[2], the phrase corporate governance became popular.

A.C.Fernando stated in his report that “corporate governance includes a system that manages and controls corporations. It argues that the system includes regulatory and legal mechanisms, as well as voluntary practices and processes that influence how a corporation operates and how it achieves its goals”[3].

Robert Monks and Nell Minow argue that “corporate governance is a system of principles, policies, procedures and clearly defined responsibility and accountability used by stakeholders to address conflicts of interest inherent in the corporate form”[4].

According to the definition of the organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), “corporate governance includes a set of relationships between the company's management, its management, shareholders and other stakeholders. Corporate governance also provides the structure in which the objectives of the company are implemented and determines the control over the methods and implementation of achieving these objectives”[5].

According to the definition formulated by the International Finance Corporation (IFC), “corporate governance is a system that manages and supervises farm corporations. The structure of corporate governance determines the distribution of rights and obligations of various participants of the corporation, such as the board of Governors, managers, shareholders and other interested parties, and also determines the rules and procedures for making decisions on corporate issues”[6].

Also, local scientists Z. Ashurov, F. Jalilov, B. Urinov interpret the modern phrase corporate governance as: “this is a certain system of interaction between the management of an organization, its shareholders and the board of directors. Its main purpose is to exercise control over corporate activities. Modern corporate governance, based on international standards and aimed at implementing the company's goals and development strategies, allows the company to ensure financial strength and its ability to operate in the long term as a profitable organization, as well as promote the strengthening of the competitiveness of the whole country”[7].

These definitions focus on key elements of corporate governance, including stakeholder relations, the

role of boards of directors, distribution of rights and obligations, responsibility, oversight, and protection of shareholder interests.

In addition, scholars and practitioners often discuss specific aspects and principles of corporate governance such as board independence, executive compensation, risk management, shareholder activism, and the role of institutional investors.

In general, corporate governance is a multifaceted concept that includes legal, regulatory, ethical and cultural elements. It provides a framework for ensuring effective control, responsible decision-making, and protection of stakeholders' interests in the context of corporate operations and governance.

Research methodology

The basis of the research methodology is a systematic analysis by the author on the most advanced practice of corporate governance in the BRICS states, materials on the analysis of selective literature. Also, scientific research methods such as generalization, comparison, analysis were widely used in the research process.

Analysis and results

BRICS (Brazil, Russia, India, China, South Africa) is an inter-State Association, an alliance that unites the states of Brazil, Russia, India, China, South Africa, UAE, Saudi Arabia, Iran, Egypt and Ethiopia. The organization was founded in June 2006 (as BRIC) at the St. Petersburg Economic Forum by the ministers of economy of Brazil, Russia, India and China. In the following years, South Africa also joined the organisation. BRICS members' economies are represented as fast-growing large countries. We can see that the economy of their country has developed, positive stability, strength and a lot of resources for the world economy.

Brazil is ranked 7th in the world in terms of gross domestic product parity in the world economy, rich in agricultural products. Russia is rich in mineral resources in the world economy at the same time ranked 5th-6th in gross domestic product, has the largest territory and is one of the two largest nuclear powers in the world.

India is ranked 3rd in the world in terms of GDP equality in the world economy, with more than one billion inhabitants. Rich and poor, whose inhabitants are divided into two different classes, with intellectual resources, have great power with their Atom.

China is at the 1st place with the development of gross domestic product and economy in the world economy at the same time has the world's first exports, the world's largest foreign exchange reserves, the world's largest population and nuclear electricity. South Africa has a 25-29 place in the world economy with equality of gross domestic product and economy, natural resources are the main force.

A \$ 100 billion venture fund was established through the Central Bank of BRICS member states. The purpose of this fund is to protect BRICS states from changes found in foreign exchange markets. On January 1, 2024, Saudi Arabia, Egypt, Iran, UAE and Ethiopia became full members of the BRICS organization.

Features of corporate governance in Brazil:

In Brazil, corporate governance is regulated mainly by the Brazilian corporation law (Lei das Sociedades por Ações) and the rules of the Brazilian Securities and Exchange Commission (Comissão de Valores Mobiliários or CVM). These laws define the basic principles and rules of corporate governance in the country.

Brazilian companies generally adopt a dual board structure consisting of a board of directors (Conselho de Administração) and an executive board (Diretoria Executiva). The board of Directors is responsible for making strategic decisions, supervising management activities, ensuring compliance with the requirements of legislation and regulatory documents. The boards of Brazilian corporations must have a minimum number of independent directors. Independent directors think impartially without any conflict of interest with the company or its management.

Shareholders in Brazil have several rights, including the right to attend general meetings and vote, the right to receive dividends and the right to receive information about the company's work. Shareholders also have the right to show and elect members of the board of directors.

Brazilian companies are required to undergo an external audit by independent auditors to ensure the correctness and transparency of their financial statements. CVM requires companies to disclose relevant information to the public and investors through periodic financial statements and other information.

The Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC) has developed a code of best practices in corporate governance. While compliance with the code is voluntary, many Brazilian companies seek to adhere to its principles, covering various aspects of corporate governance, including management structure, shareholder rights, and disclosure practices. CVM is the regulatory body responsible for monitoring and applying corporate governance standards in Brazil. It has the power to investigate and punish companies and individuals for failing to comply with regulations.

Corporate governance in **Russia** has its own characteristics. Corporate governance in Russia is mainly regulated by the Russian Civil Code, federal law on Joint-Stock Companies and other relevant legislation. These laws provide the basic legal framework for the practice of corporate governance in the country.

A notable feature of corporate governance in Russia is the prevalence of concentrated property. Many Russian companies have a large share, which belongs to a small group of shareholders, often called "oligarchs". This ownership structure can affect decision-making processes and management dynamics. State-owned enterprises (SOE) play an important role in the Russian economy. The state often has a control package of these companies, which can affect the practice of corporate governance. State enterprises have additional rules and control by state bodies.

Russian companies generally have a two-tier board consisting of an supervisory board (also known as a board of directors) and an executive board. The supervisory board is responsible for making strategic decisions, supervising management activities and ensur-

ing compliance with legislative requirements. Independent directors are an important component of corporate governance in Russia. According to the law, there must be a certain number of independent directors in the management of open Joint-Stock Companies. In Russia, the rights of shareholders are protected by law. Shareholders have the right to attend general meetings and vote, receive dividends, receive information about the affairs of society. Shareholders may exercise their rights individually or as part of a Shareholder Association.

Russian companies are obliged to disclose certain information to the public and investors. This includes financial statements, annual reports and other related information. However, the degree of transparency and transparency practices can vary between companies. The Bank of Russia, the federal financial market Service and other regulatory bodies control the practice of corporate governance in Russia. They have the authority to monitor compliance with regulatory legal acts and check cases of non-compliance.

Corporate governance in **India** has several distinctive features.

The Securities and Exchange Board of India (SEBI) regulates corporate governance for listing companies through various guidelines and regulations.

Indian companies typically have a unitary board structure consisting of a board of directors. The council is responsible for making strategic decisions, supervising management, ensuring compliance with the requirements of legislation and regulatory documents. The Companies Act establishes certain requirements for the composition of the board of governors, including the existence of independent directors. Independent directors play a decisive role in corporate governance in India. The Companies Act requires that certain categories of companies, such as listed companies and open companies with a certain level of share capital or turnover, have a minimum number of independent directors on their boards. Independent directors are expected to bring impartiality, independence and various perspectives to the board's discussion.

Shareholders in India have various rights and protections. These include the right to attend and vote at general meetings, the right to receive dividends, the right to inspect corporate records, and the right to appoint and elect directors. Shareholder activism and participation have played a significant role in the protection of shareholder rights in institutional investors and Proxy Consulting Firms in recent years.

The Securities and Exchange Board of India (SEBI) has issued several guidelines and regulations to improve corporate governance practices in listing companies. These include board composition, transparency and transparency requirements, agreements with related parties, and directives on the role of independent directors.

Indian companies must undergo regular audits by independent auditors to ensure the accuracy and transparency of their financial statements. The Companies Act requires that financial statements and Annual Reports be submitted to the listing companies Exchange,

which are open to the public. The financial report emphasizes increased attention to information transparency and increased transparency.

Indian corporate governance typically has various council committees to address specific areas of governance. In particular, it consists of the audit Committee, the awards committee, the candidates and the steering committee, the risk management committees. These committees are responsible for ensuring compliance, controlling specific functions, and providing specialized expertise.

The Ministry of Corporate Affairs, SEBI and other regulatory bodies oversee corporate governance practices in India. They have the authority to ensure compliance with regulatory legal acts, check cases of non-compliance and apply penalties for offenses.

The corporate governance system for companies in India is mainly regulated by the Companies Act 2013 and the regulations issued here. The corporate governance laws and regulations of India cover the general issues of governance bodies, shareholders and other stakeholders, transparency and accountability and corporate social responsibility. Law - consists of 4 chapters and is regulated through these issues.

- 1) general rules;
- 2) shareholders;
- 3) other stakeholders;
- 4) transparency and accountability.

Corporate governance practices of listing companies in India come from a combination of mandatory requirements, voluntary guidelines and market forces. As an example, the five governance rules specific to India include board assessment, auditor rotation, Corporate Social Responsibility ("CSR") costs, one female director and one-third independent directors, and mandatory dividend disclosure requirements. Listing companies in India are regulated by the Securities and Exchange Board of India ("SEBI") and are subject to the rules, orders and guidelines issued by it.

The Companies Act requires the director to disclose the following information: (I) share of shares in any company or corporate body, firms or other union of individuals; and (II) the nature of interest; and if a company has a share of more than 2% of one or more directors, or is the manager or CEO of that body, the company offers to conclude a contract or agreement with the corporate body, refusing any discussion and vote.

Each company is required to hold at least four board meetings in a year, with no more than 120 days between the two meetings. In accordance with the Companies Act, the independent directors code requires identifiers to hold at least one meeting per year without the participation of other directors and board members.

Under Indian law, the environment and shareholders are equally positioned in terms of the director's trust responsibility. Section 166 of the Companies Act, which regulates the "obligations of Directors", states that "environmental protection" is the primary stakeholder in whose interests the directors must act.

In addition, all companies that meet the specified financial limit are required to establish a Corporate Social Responsibility (CSR) committee to oversee CSR

policies and activities. In each financial year, CSR's activities are directly required to spend at least 2% of the average net profit of the respective companies over the previous three years. The council's report should include a report on CSR, details of the CSR committee in the annual report, a brief description of CSR policy, fixed CSR costs, spent and unfunded funds, executive agency details, etc. In addition, as mentioned above, SEBI has implemented BRSR / BRSR Core reporting requirements to ensure standardized disclosure under ESG parameters for the benefit of investors

Corporate governance in **China** has its own characteristics.

Corporate governance in China is influenced by the state's participation in the economy. The government plays an important role in setting policy, regulating networks, and maintaining control over state-owned enterprises. State-owned enterprises have a unique structure of management, with the state acting as a controlling shareholder and often having a dominant role in decision-making.

Chinese companies typically consist of a dual board structure consisting of a board of directors and a board of observers. The board of Directors is responsible for making strategic decisions, while the board of Supervisors oversees the behavior of the board of directors and the management team, ensuring compliance with laws and regulations.

State-owned enterprises are an important part of the Chinese economy. They are subject to special rules and management requirements. The government exercises control over these enterprises by appointing key leaders and board members, and they often serve broader national economic purposes.

Chinese companies, especially large state-owned enterprises, have party committees in their organizational structure. These committees are responsible for ensuring compliance with the policies and guidelines of the Communist Party of China. Party committees may influence decision-making and corporate governance practices.

Many Chinese companies have a concentrated shareholder structure, with significant property shares held by a small group of shareholders, including those associated with the state or state. This concentrated ownership affects decision-making processes and management dynamics. Independent directors play a role in corporate governance in China. However, the independence of Directors is sometimes influenced by the state or controlling shareholders.

In Chinese corporate governance, there has been an increased focus on information disclosure and increased transparency. The China Securities Regulatory Commission (CSRC) is credited with introducing rules and guidelines aimed at improving information disclosure, financial statements, and corporate governance practices, specifically for listing companies. Regulatory bodies such as the CSRC and the Ministry of Finance oversee corporate governance practices in China.

They issue rules, guidelines and policies to promote good governance and ensure compliance.

Corporate governance in **South Africa** has a number of important features.

South Africa has a well-established corporate governance system known as the Royal Governance Code for South Africa. The Royal Code provides principles and guidelines for effective corporate governance practices in the country.

South Africa's corporate governance emphasizes stakeholder inclusion. The royal code advances the idea that companies must take into account the interests of various stakeholders, including shareholders, employees, customers, suppliers, communities and the environment. This approach is aimed at developing sustainable and responsible business practices.

South African companies typically have a unitary board structure consisting of a board of directors. The council is responsible for making strategic decisions, monitoring management activities, ensuring compliance with the requirements of legislation and regulatory documents. The board is expected to be diverse and independent, with executive and non-executive directors intervening. Independent directors play a decisive role in corporate governance in South Africa. The royal code recommends that councils have a majority of independent directors who are free from conflict of interest and who think independently when making decisions. Independent directors act in the interests of the company and its stakeholders.

South Africa has a particular focus on promoting economic change and inclusion through its comprehensive Black Economic Empowerment (B-BBEE) policy. B-BBEE aims to address historical imbalances by increasing black participation in the economy. Companies are encouraged to adopt B-BBEE strategies and report on their success in their annual reports.

Much attention is paid to sustainability and integrated reporting in the corporate governance of the country. Companies report on environmental, social and management (ESG) activities as well as their financial performance in a holistic and integrated manner. Integrated Reporting provides a comprehensive view of the company's value creation and impact.

The Companies Act, 2008, provides the legal framework for corporate governance in South Africa. The companies and intellectual property Commission (CIPC) and the Johannesburg Stock Exchange (JSE) oversee compliance with corporate governance regulations. JSE requires listing companies to comply with various listing requirements and disclosure obligations.

Shareholder activism has become increasingly popular in South Africa. Institutional investors such as pension funds and asset managers are increasingly concerned with companies on corporate governance issues and are in favor of improving management practices. Shareholders have the right to vote, attend general meetings and express their opinion on community issues.

Advantages of corporate governance in BRICS states

№	Significant achievements in corporate governance in BRICS countries	Advanced practice in corporate governance
1	BRICS countries have introduced or strengthened their own corporate governance codes and regulations, such as the Indian Companies Act 2013 and China's revision of the corporate governance code for listed companies.	These reforms are aimed at improving the structures of the council, increasing the requirements for disclosure of information and strengthening the protection of shareholder rights.
2	BRICS countries have stressed the importance of independent, non-executive directors on corporate boards to ensure objective control and increase accountability.	India and China ordered the inclusion of independent directors in the boards of listing companies.
3	BRICS countries are trying to strengthen the transparency and disclosure of financial and non-financial information by listing companies.	This includes requirements for detailed reporting on corporate governance practices, interrelated agreements, and sustainability-related information.
4	Shareholder activism to hold corporations accountable and promote good governance practices is growing step by step, particularly by institutional investors.	For example, in Brazil's Novo Mercado listing segment, there are strict corporate governance requirements that have attracted more involved shareholders.
5	BRICS countries are adapting and adopting various international corporate governance systems and standards, such as OECD corporate governance principles and International Corporate Governance Network (ICGN) guidelines.	This helped adapt their management practices to global norms.
6	In BRICS countries, there is increasing emphasis on adding environmental, social and management (ESG) considerations to corporate decision-making and reporting.	This reflects a broader shift towards more sustainable and socially responsible business practices.

Conclusion

Currently, the improvement of the corporate governance system and the elimination of factors affecting it are important issues, and a number of Main documents are being adopted in the BRICS states. Also, using international standards in improving corporate governance, an effective system of compliance with the principles of corporate governance of the OECD is being created. A number of works are being carried out in order to protect and alleviate the realization of the rights and interests of shareholders and to ensure equal relations with all, including minor and foreign shareholders.

On the regulation of corporate governance, BRICS has the right to establish rules that the position of states corresponds to public order, public interest, fairness, respect for the rights of owners and other interested parties. At the same time, both legislative and advisory norms are actively developing in the BRICS states. In fact, over the past years, completely new principles of adopting new codes of corporate governance and compliance with the rules of recommendation have been introduced.

In summary, corporate governance practices in the BRICS countries (Brazil, Russia, India, China and South Africa) have similarities and differences based on the relevant legislative framework, cultural contexts and economic systems.

References:

1. B.N. Urinov, U.F. Kenjayeva. Korporativ boshqaruv.: Darslik – T.: OOO “DIADEMA NUR SERVIS”, 2024. 405 b.
2. BRICS Korporativ Boshqaruv Forumi - <https://www.bricscga.org/>

3. Кенжаева У.Ф. “Совершенствовании системы корпоративного управления в Узбекистане на основе современных моделей” //Иктисодиёт ва таълим, 2024 <https://cedr.tsue.uz/index.php/journal/article/view/1428/1298>

4. <http://www.doingbusiness.org/>

5. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2015). OECD Corporate Governance Factbook 2014/2015. Retrieved from <https://www.oecd.org/corporate/ca/corporategovernanceprinciples/Corporate-Governance-Factbook-2014.pdf>

6. Xalqaro moliya korporatsiyasi (IFC) - Korporativ boshqaruv resurslari https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/industry_ext_content/ifc_external_corporate_site/home

7. З.А. Ашуров, Ф.А. Жалилов, Б.Н. Уринов “Замонавий корпоратив бошқарув (хорижий тажриба)”. – Т.: Иқтисодиёт, 2021. – 195

8. Fayziyeva D.Sh. “Bozorni tartibga solishning yangi paradigmasi va raqobat” //Iqtisodiyot va ta’lim, 2024 https://doi.org/10.55439/ECED/vol25_iss1

9. B.N. Urinov, U.F. Kenjayeva “Korporativ boshqaruv: muammo va yechimlar”. Monografiya – T.: Innovatsion rivojlanish, 2023 y. – 230

10. Corporate Governance Laws and Regulations Report 2023-2024 Brazil (iclg.com)

11. <https://www.ecgi.global/publications/codes/countries/corporate-governance-in-india>

12. Corporate Governance in China: A Survey* | Review of Finance | Oxford Academic (oup.com)

13. <https://www.ecgi.global/publications/codes/countries/corporate-governance-in-south-africa>

HISTORICAL SCIENCES

THE EMERGENCE OF A SOCIO-CULTURAL AND POLITICAL MOVEMENT AMONG UKRAINIANS IN THE USA AT THE END XIX – AT THE BEGINNING OF THE XX CENTURY

Kravchuk I.

*Applicant of the Department of Contemporary History
I. Krypiakevych Institute of Ukrainian Studies of NAS of Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1513-7624>*

Vanyurskyi M.

*Applicant of the Department of Contemporary History
I. Krypiakevych Institute of Ukrainian Studies of NAS of Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5580-0595>*

ЗАРОДЖЕННЯ СУСПІЛЬНО-КУЛЬТУРНОГО ТА ПОЛІТИЧНОГО РУХІВ СЕРЕД УКРАЇНЦІВ США НАПРИКІНЦІ XIX – НА ПОЧАТКУ XX СТ.

Кравчук І.

*здобувач відділу новітньої історії
Інституту українознавства ім. І. Крип'якевича НАН України
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1513-7624>
ResearcherID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/IWH-5500-2023>*

Ванюрський М.

*здобувач відділу новітньої історії
Інституту українознавства ім. І. Крип'якевича НАН України
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5580-0595>
<https://doi.org/10.5281/zenodo.13619598>*

Abstract

The peculiarities of the emergence of socio-cultural and political movements among Ukrainians in the USA at the end of the 19th and the beginning of the 20th centuries are considered. It is indicated that during this period the Ukrainian community in the USA was at the stage of increased consolidation, but this process was complicated by (a) a low level of national consciousness and (b) a lack of resources among immigrants. It was noted that the majority of American Ukrainians of that time had minimal social and political experience and were more interested in increasing their own material and financial capabilities. Using specific examples, it is illustrated that over time, thanks to the efforts of activists and the creation of cultural and religious organizations, the Ukrainian diaspora in the USA managed to develop public and political activity. An important role in this process was played by church parishes, brotherhoods and the Ukrainian press, in particular the magazine «Svoboda».

Анотація

Розглянуто особливості зародження суспільно-культурного та політичного рухів серед українців США наприкінці XIX – на початку XX ст. Вказано, що у цей період українська громада в США перебувала на стадії посилення консолідації, однак цей процес був ускладнений (а) низьким рівнем національної свідомості та (б) браком ресурсів серед іммігрантів. Відзначено, що більшість американських українців того часу мали мінімальний громадсько-політичний досвід та були більше зацікавлені у нарощенні власних матеріальних та фінансових можливостей. На конкретних прикладах проілюстровано, що з часом, завдяки зусиллям активістів та створенню культурних і релігійних організацій, українська діаспора США зуміла розвинути громадсько-політичну активність. Важливу роль у цьому процесі відігравали церковні парафії, братства та українська преса, зокрема часопис «Свобода».

Keywords: emigration, diaspora, USA, worldview, public organization, national consciousness.

Ключові слова: еміграція, діаспора, США, світогляд, громадська організація, національна свідомість.

В останній чверті XIX ст. у США стали помітні тенденції до консолідації української громади, що відбувалося під впливом все більшої еміграції до континенту українців Галичини, Буковини та Закарпаття. Проте низький національний рівень свідомості більшості іммігрантів та брак надлишкових коштів на культурно-освітні та політичні потреби гальмував, будь які, починання місцевих українських активістів.

Іммігранти, які прибули до США у цей період, були здебільшого з відсталих у політичному сенсі

регіонів – Лемківщини та південної Польщі, а також, за словами очевидців, мали «мінімальну політичну освіту». Тільки у США вони почали освоювати основи суспільно-політичних процесів. У праці Л. Мишуги «Як формувався світогляд українського іммігранта в Америці» вдало описано рівень національної свідомості українців, які прибули на американський континент: «...Ті елементи з нашого народу, що прибули тоді до Америки, самі не знали ні своєї правдивої назви, ні свого роду, ні свого національного ідеалу... Цілий світогляд тих

імігрантів, що виїжджали з рідного краю, обертався біля одного: якнайскоріше заробити якнайбільше грошей» [3, с. 95].

Власне, як стверджував Я. Падох, «перші кроки українського робітника на американській землі не були легкі. Круті шляхи, якими по ній водила їх доля, не були встелені рожами. Безробіття, голод, холод, страшні життєві умови – це були рідні товариші нашого імігранта на цій землі. І найвищим щастям було для хлібороба, що виріс серед вільних піль чи високих гір, дістати будь-яку працю в глибокій копальні, де не було ні сонця, ні чистого повітря, а на кожному закруті темної нори ждали на нього смерть чи каліцтво» [5, с. 64].

Ю. Бачинський відзначав, що українських імігрантів наприкінці XIX ст. практично не цікавило американське громадянство та політичні процеси у цій державі. Відомий громадсько-політичний діяч писав, що «загал імігрантів жие отже поза публичним житем американської суспільности і те жите таке йому чуже, що навіть вже без взляду на політичні змагання а хоч би таки для особистого, матеріального інтересу не дбає про те, що в З'єдинених державах дає підставу кожній одиниці для більш людського трактовання її зі сторони американського загалу, і в її особистих матеріальних заходах дає їй упривілейоване становище – про горожанство З'єдинених Держав. Шкоди з того для імігрантів великі» [1, с. 408].

Подібні міркування висловлював й соціаліст-радикал М. Стахів, який констатував, що не всі імігранти з Галичини та Буковини мали виключно українську національну свідомість. На його думку тільки «найпередовіші з них» були свідомими, так само як це було в той час на рідній землі [8, с. 56]. Його політичний опонент І. Кедрин також визнавав, що «новий край, до якого вибирався наш імігрант, його не цікавив... Що це «читальня» – не знав. Про театральні вистави, концерти, відчити чи віча – не знав. Ніякими громадськими справами він ніколи не займався. Суспільних питань ніхто ніколи з ним не обговорював. Не знав він також нічого про робітничі організації й не чув про якісь страйки. Але суспільне горе відчував. Тільки рятунку не бачив...» [3, с. 96]. О. Рев'юк погоджувався, що «велике число цих імігрантів не вміли читати й писати», а «національна свідомість українського імігранта була невелика» та мав він радше «свідомість негативну» – себто почуття, що він не американець [3, с. 96].

Все ж, упродовж 1880-х років українське суспільно-культурне та політичне життя у США почало поетапно «розвиватися та оживлятися» – до США прибували імігранти зі Східної Галичини, які були набагато політично свідоміші, ніж лемки та закарпатці, яких у місцевій пресі називали «угорцями». Почали з'являтися імігранти «з політичною ініціативою», а політичний рух перестав бути виключно справою інтелектуалів та священників, поступово стаючи масовим.

У цьому політичному русі частина імігрантів хоча й брала активну участь, проте така участь була часто поверховою, особливо на початку руху. Вони

слідували за провідниками-інтелектуалами, не розбираючись в особливостях суспільно-політичних процесів. Політичні уподобання імігрантів були, особливо наприкінці XIX ст., цілком залежні від партійної приналежності місцевих провідників-священників.

До Першої світової війни лідери української еміграції у США працювали здебільшого на національно-культурному полі серед своїх співвітчизників, рідко вдаючись до політичних, консолідаційних акцій. Так, наприкінці XIX ст. створено перші «руські» товариства / братства, які опікувалися національно-культурними потребами місцевих українців. «Спонтанно вирослі братства та товариства, які в своє призначення включали водночас допомогу в потребі та національні стремління, стали основою господарської і національної емансипації українського імігранта», – писали сучасники подій [5, с. 64]. Про створення будь-якої політичної організації серед початкової маси перших українських імігрантів у США «не могло бути й мови в тодішніх більше, ніж невідрадних обставинах» [9, с. 18].

Однак, у 1893 р. о. Г. Грушка (редактор «Свободи») почав кампанію щодо заснування «народної організації для українців, розсіяних по всій країні». Він прагнув, щоб його українські земляки і співгромадяни імігранти «об'єдналися в своїх організаціях на своїй землі, щоб від крили свої серця для українських людей, щоб обмінювалися думками і розв'язували разом проблеми, що їх не може подолати одна людина, але ж коли візьметься кілька людей, то вони легко допоможуть одній людині» [4, с. 22].

Як результат – 22 лютого 1894 р. створено УНС [7, с. 1]. Часопис «Свобода» інформуючи читачів про подію «заснування Руського (Українського) Народного Союзу» відзначав, що «український нарід воскрес із мертвих в Америці...» [7, с. 1]. «Останні слова звідомлення були очевидно трохи здраматизовані, але вони – все ж таки – вірно з'ясували появу життєздатної етнічної групи, яка виходила наперед, щоб увілятися в головну течію американського громадського життя», – відзначали члени УНС [7, с. 1]. І. Кедрин також зауважив, що «ті дві народні інституції – «Свобода» і Український Народний Союз – були звиш 40 років головними сподвижниками українського народного життя в Америці» [3, с. 95].

Основні завдання товариства можна звести до декількох визначальних тезисів:

- сприяння українському національному руху;
- захист культурно-освітніх прав українців, допомога в адаптації до нового середовища, вирішенні соціальних проблем;
- фінансова підтримка членів товариства у вигляді страхування життя, медичної допомоги та інших соціальних виплат;
- збір коштів (пожертв) для українців, які постраждали від війни та інших лих, як на теренах українських земель так і в діаспорі;

– лобіювання інтересів українців в американському уряді, сприяння визнанню української автономії / незалежності;

– підтримка національно-визвольних процесів на українських землях.

Так, під час третьої конференції УНС у 1896 р. «виявлено глибоку затурбованість іміграційними проблемами». Наступного року конференція уповажнила «головний уряд» видати перший український календар-альманах у США та схвалила протест проти «ошуканчих і кривавих виборів у Галичині». Водночас «висловлено турботу з приводу нових повідомлень про важкі переживання і злидні українських імігрантів у Канаді. Отцеві Несторові Дмитрову доручено перевести на місці перевірку ситуації в Західній Канаді. Дискутовано також про становище українських імігрантів у Бразилії і на Гаваях» [4, с. 24].

У 1898 р., як відзначали члени товариства, «в додатку до дебат над збільшенням грошових сум забезпечення для окремих членів і над справою приймання в члени Союзу жінок, були на порядку дня й обговорень такі питання, як загальне становище українців в Америці, умови праці українських робітників, потреба українських видань, книжок і шкіл для дітей і створення фонду допомоги студентам духовних шкіл» [4, с. 24].

Зрештою «около 1900 року Український Народний Союз здобув визнання, як оборонець усіх українців у діаспорі і як борець за свободу і незалежність їхньої батьківщини – України. Початкові досягнення й успіхи в усіх цих намаганнях Союзу були подекуди послаблені наявністю москвофілів поміж членством, але ситуація основно поправилася після того, як в 1902 році сьома Конвенція переголосувала розкольників і раз на завжди визначила для Союзу правильний і рішучий патріотичний український напрямок» [4, с. 26].

Справді, один із значних організаційних недоліків організації на зламі XIX – XX ст. – вона поєднувала прихильників української національної ідеї та москвофілів. Як стверджував М. Стахів, півжиття з москвофілами тривало до 1902 року. На його думку, москвофіли в Руському Народному Союзі відчували себе настільки впевнено, що на конференції 1902 р. намагалися «взяти Союз під свій контроль» [8, с. 56]. «Однак їм це не вдалося, оскільки свідомі українці заздалегідь попередили про їхні наміри і вжили всіх необхідних заходів, щоб дати відсіч цим відступникам і не допустити їх до повного контролю над цією важливою організацією, що представляла українську робітничу масу» [8, с. 56], – зазначав відомий громадсько-політичний діяч.

У цей період (початок XX ст.) відбувається політизація братств, які оформилися у чотири провідні українські громадсько-політичні організації:

- 1) Український народний союз;
- 2) Українська народна поміч;
- 3) Український робітничий союз;
- 4) Об'єднання католиків-українців «Провидіння» [2, с. 33].

Хоча українські громадські інституції були малочисельні, фінансово та матеріально слабкі (для прикладу – «перше п'ятиріччя УНС замкнув зі скромним баянсом 1,593 члени та 5,688.57 доларів майна» [5, с. 65]), все ж на початку XX ст. активістам вдалося провести декілька масових політичних акцій.

Зокрема, у 1 січня 1900 р. у Джерзі-Сіті (Нью-Джерсі) УНС провів «перше публічне віче з загальних справ іміграції. Під час заходу його учасники обговорювали актуальні / нагальні питання: справи шкіл, церковні питання, питання організації іміграції, хоча «основна увага була приділена організації першої допомоги для новоприбулих імігрантів». На цьому віче також було ухвалено рішення щодо створення «Руського Еміграційного Дому». Уже після сецесії українських студентів з Львівського університету в 1902 р., імігранти почали організовувати мітинги та збирати гроші на підтримку секційоністів [5, с. 69].

Друге публічне віче відбулося 26 грудня 1903 р. у Йонкерсі (Нью-Йорк). На цьому віче розглядали церковні, шкільні питання та організаційні питання. Було вирішено проблему щодо форми політичної організації української іміграції – утворено «Народний Комітет». У 1905 р. відбулося ще одне публічне віче у Мек-Кіспорті (Пенсильванія), на якому було доповнено політичні інституції українських імігрантів шляхом створення місцевих політичних організацій, зокрема «Товариств руських патріотів». Товариства були створені для «ведення місцевих політичних справ і стали основою для загальної політичної організації» [5, с. 69]. Їм було надано виключне право вибирати через делегатів на щорічних загальних вічах Народний Комітет. Із щомісячних внесків членів цих товариств половину направляли на Народний Фонд, яким керував Народний Комітет, а іншу частину залишали касам товариств для місцевих потреб. На цьому віче також було обрано нового голову Народного Комітету – М. Струтинського. Проте розбіжності між радикалами та націонал-демократами привели до ліквідації Народного Комітету (1906 р.) [5, с. 69].

Функції, які виконував Народний Комітет, перейшли до головного уряду Радикально-національного Союзу. Після розколу Радикально-національного Союзу на «старий» та «новий» Радикально-національний Союз, а також перетворення «старого» Радикально-національного Союзу на націонал-демократичну організацію, новий уряд Радикально-національного Союзу став подібним до Народного Комітету націонал-демократичної партії. Тоді як уряд «нового» Радикально-національного Союзу, який утворився як радикальна організація, став подібним до Народного Комітету радикальної партії. Народний Фонд припинив своє існування [5, с. 73].

У 1908 р. українська офіційна делегація, з провідними членами УНС у своєму складі, відправилася до Вашингтону, для того, щоб передати Апостольському Делегатові Ватикану петицію в

справі «рівного трактування» тодішнього українського католицького єпископа у США. Важливою акцією товариства стала зустріч із президентом США В. Тафтом «у справі офіційного визнання української й інших слов'янських національностей, як окремих спільнот у конскрипційних анкетах перепису 1910 року». За підсумками цієї зустрічі Конгрес США схвалив (за згодою Президента) додаткові директиви які стосувалися перепису, дозволяючи визначити українців, як окрему національність [4, с. 27].

Активно реагувала українська діаспора США й на події в Галичині. Зокрема значне обурення американських українців викликала боротьба за реформу виборчої системи в австрійському парламенті у 1906 р., коли «іммігранти організували віче і знову збирали гроші на підтримку боротьби в старій батьківщині» [5, с. 65]. Потрясли іммігрантів події пов'язані із убивством галицького намісника Андрія Потоцького (1908 р.) та засудження М. Січинського (1909 р.). В усіх місцевостях, де жили українські іммігранти, організовувалися віче, на яких «висловлювали жаль за загиблими та злиднями в старій батьківщині, а також запалювалися нові надії на краще» [5, с. 65].

Протести проти засудження М. Січинського були особливо чисельними у Нью-Йорк, де десятки тисяч іммігрантів вийшли на демонстрацію з його портретом, пройшовши вулицями міста та перед австрійським консульством. Організовувалися демонстрації, а в усіх місцях проживання українських іммігрантів збирали підписи на петиціях до Франца Йосифа І з вимогою помилування М. Січинського.

Загалом, як відзначав Й. Лисогір, «історію перших двадцяти років діяльності Союзу можна трактувати, як довгу хроніку випробувань і помилок. На самому початку не було досвіду, знання формальностей і відчувалася нестача фондів. Багато труднощів виникало внаслідок незнання мови і звичаїв у новому світі. Щоденним явищем були базовані на ігноранції непорозуміння й конфузії. Непевність проявлялася навіть в уживанні правильної назви організації [4, с. 26].

На думку Р. Слободяна «УНСоюз і «Свобода» створили з того імігранта свідомого громадянина, рівного між рівними, вільного між вільними. УНСоюз ніколи не забував про Україну та її справу, «Свобода» містила на своїх сторінках заклики для допомоги нашим братам та інституціям у ріднім Краю, збираючи великі суми, даючи також правну оборону через своїх представників у Вашингтоні» [6, с. 47].

Таким чином, наприкінці XIX ст. українці в США засновували греко-католицькі та православні парафії, які стали центрами соціокультурного життя, почали створювати культурно-просвітницькі та політичні організації. З'явилися перші братства і товариства, які підтримували національно-культурні потреби. Преса, зокрема часопис «Свобода», відігравала важливу роль у формуванні спільної ідентичності та консолідації громади. Політичний рух українців у США формувався під егідою інтелектуалів та релігійних діячів. У 1894 р. було створено УНС, який став важливим центром консолідації української громади в США. Організація займалася соціальною та фінансовою підтримкою українців, сприяла їх національному та культурному розвитку, лобювала їхні інтереси в американському уряді.

Список літератури:

1. Бачинський Ю. Українська еміграція т. 1: Українська імміграція в З'єдинених Державах Америки. Львів, 1914. С. 485 с.
2. Історія української імміграції в Америці. Збереження культурної спадщини. Нью-Йорк, 1984. 590 с.
3. Кедрин І. УНС і громада. *Ювілейний альманах у 75-річчя Українського народного союзу. 1894 – 1969.* Джерзі Ситі – Нью Йорк, 1969. С. 93–98.
4. Лисогір Й. Зорганізувались, щоб служити. *Ювілейний альманах у 75-річчя Українського народного союзу. 1894 – 1969.* Джерзі Ситі – Нью Йорк, 1969. С. 19–23.
5. Падох Я. УНС у невинному змаганні за ріст і розвиток. *Ювілейний альманах у 75-річчя Українського народного союзу. 1894 – 1969.* Джерзі Ситі – Нью Йорк, 1969. С. 64–69.
6. Слободян Р. Очима піонера. *Ювілейний альманах у 75-річчя Українського народного союзу. 1894 – 1969.* Джерзі Ситі – Нью Йорк, 1969. С. 47–51.
7. Совершилася. *Свобода.* 1894. С. 1.
8. Стахів М. Наше минуле і майбутнє в Америці: з історії української імміграції в З'єдинених Державах Америки та її організаційних змагань. Скрентон, 1950. 320 с.
9. Україна воскресла в Америці. *Ювілейний альманах у 75-річчя Українського народного союзу. 1894 – 1969.* Джерзі Ситі – Нью Йорк, 1969. С. 15–18.

PEDAGOGICAL SCIENCES

INTERPRETATION OF THE SYSTEM THAT DIRECTS THE FORMATION OF CREATIVE THINKING OF STUDENTS IN SECONDARY SCHOOLS

Ibrahimov F.

Sheki branch of ADPU, doctor of pedagogical sciences, professor
<https://orcid.org/0000-0002-0775-1048>

Karimova G.

Sheki branch of ADPU, teacher
<https://orcid.org/0000-0001-5009-5501>
<https://doi.org/10.5281/zenodo.13619612>

Abstract

The article focuses on the importance of modernizing the educational space and working out the theoretical and technological bases of new approaches to the implementation of education, where the problem of the formation of a creative personality is determined as a challenge of the modern era, specifically the IV industrial revolution. It is claimed to be a system that includes scientific research as subsystems through implementation. Based on this position, the authors of the research study focused on the specific characteristics of the subsystems in question, the fact that the scientific cognition (scientific research process) through the implementation of education is essentially the same (with the sign of focusing on the detection of the unknown) and the process of realizing their unity as parts of the unit, philosophical-methodological-logical, psychological, give a scientific interpretation according to cybernetic, didactic principles. In the generalizations presented by them, the interaction of empirical and theoretical knowledge in both subsystems, the historical development logics of education and science, and the existence of constructivism are selected as points of view.

Keywords: creative personality; science; historical, methodological, epistemological, sociological, psychological aspects of science; macroproperties and final functions of science; scientific knowledge; empirical and theoretical knowledge; education; the way of education; system; subsystem; social system.

Relevance of the research topic.

Both the teaching process that instills creative thinking and the research process aimed at uncovering the truth and gaining new knowledge are based on the same cognitive action (system of procedural rules, mechanism). From here, it is logically concluded that the most optimal organizational structure of these areas can be ensured only in the conditions of their transformation into a single process. Although these two areas have historically been relatively independent, they have always been connected. This relationship existed, first of all, in connection with the work of people with high intellectual preparation, potential, erudition capabilities and a wide range of information in the field of science and education. However, it has become a common practice for the education system to separate from scientific structures and acquire an independent structure, to train teachers from among people who are far from science (from the professionalism of those who have confirmed themselves as non-ordinary, competent subjects of scientific research), who do not have enough scientific research habits and sometimes creative thinking. At first glance, it may seem that research is not required of a teacher at the secondary school level. But if it is not really important for a teacher to discover something new in science, at least he should have the ability to rediscover what is known every time with the participation of students. It can be seen from the analysis and generalization of the collected pedagogical experience, observational materials, that the approaches aimed at implementing the process of education in accordance with the process of scientific cognition do not take

place in practice, a system that can condition the training of creative personalities—a system that includes the unity of scientific research through the implementation of education does not exist. Therefore, we claim the relevance of the research on the topic "Interpretation of the system that directs the formation of creative thinking of students in general education schools".

Interpretation of collected materials on the research topic. It is not denied that the problem of forming a creative personality (training perfect people for society) is of an eternal nature, and this problem is more prominently determined as a challenge of the modern era, specifically the IV industrial revolution, in this regard, the modernization of the educational space and new approaches to the implementation of education (constructivism) and more perfect options from the point of view of corporatism) it has become necessary to work out the theoretical and technological foundations.

Referring to the "Theory of Healthy Triads" in scientific sources, it is stated that in the formation of students' creative thinking, in other words, in their preparation for life as a creative personality, 1) a healthy family-school-society cooperation, 2) the content of national-spiritual, universal and secular-religious cultural examples in total, 3) systems arising from multi-lateral human-nature-society interactions are of great importance [6; 32-34]. We say that we are not against this opinion, we even appreciate it when it is appropriate. At the same time, we acknowledge that the idea that "Social beings are constantly in need of being the subject of creative thinking at the level of perfection de-

sired to acquire human qualities" has dominated our understanding. Based on the highlighted idea, our generalization is as follows: students' "acquiring creative thinking in their preparation for life as creative personalities" is a value, which a student with healthy physical and mental capabilities: 1) scientific research on the acquisition and systematization of those that become a demand for everyone and are unknown and 2) thanks to the shared activity (competent scientific research and educational activity) aimed at mastering the knowledge, skills, habits and norms of coexistence necessary for the state, society and the individual, it (the perfection that is ready for the calls of creative thinking, in other words, civilization, the necessary human experience) part of it can be transformed into the subject of the ability to master, preserve and creatively develop.

According to our understanding based on the arguments that we accept as valid, synonymy exists in the essence of the concepts of human experience, culture and civilization. The level of civilization is determined by 1) human experience and 2) culture, whose elements are knowledge, skills, habits and norms of coexistence. The value that turns man into a noble of the earth and gives him the essence of civilization is science and education, which meet the right to exist in a binary relationship. It is possible to say this succinctly: Education received its nourishment from science, and science gained its right to exist thanks to education. This relationship is primarily related to the work of naturalists who have a high intellectual level and competence in both fields.

When we talk about the unification of scientific research and education in terms of the formation of the creative thinking of students, we focus on 1) the level of creative searches contained in science according to the principle of relevance of education, 2) the intersection of science and knowledge systems only in a certain general area, which is scientific knowledge. It is not forgotten here that scientific knowledge is included in the "Science" system, the concept of "knowledge" includes not only scientific knowledge, but also practical knowledge, which means that the latter is included in the "science" system, and creative searches are included in the "knowledge" system.

The system of knowledge does not reflect the point of action. And science appears as an event in the process of scientific research, creativity and research. It should also be noted that looking at science as a system of knowledge and looking for the unique aspect of scientific knowledge compared to other knowledge, the criterion of scientificity, is not enough for the study or interpretation of the "science" system [3].

The experience of a person acquiring knowledge and methods of action, the development characteristics of the student's mental processes (in particular, the dialectic of the analytical and heuristic logic of the mind, the transformation of memory into a thinking process, the creation of images of imagination that compensate for the weakness of concepts in the process of searching for the unknown, the activation of creative thinking) It prevents the education implementation system to contain different subsystems. One of these subsystems

takes a superior position in solving the tasks corresponding to the first two levels of education and is applied. It cannot be denied that a large part of the knowledge in the memory can be obtained in this way. According to our understanding (based on the generalizations made), the structure of knowledge determines the existence of a subsystem in the education implementation system, which includes the provision of knowledge and methods of activity as a result of reproductive activity (student). When we say this opinion, we take into account that the knowledge included in the training material is combined in three groups: generalized knowledge, knowledge about generalized methods of action; concrete knowledge [5;165-166].

The first group includes concepts, laws, principles, rules, etc. includes. Knowledge of this group can be acquired in the following ways: a) understanding, etc. memorizing without understanding its content and essence; b) learning in the form of a ready result, generalization, or rather understanding, etc. opening of its content by the teacher or with the help of the textbook; c) independent acquisition. The second group includes knowledge about the methods and principles used in understanding the essence of objects and events of the real world, as well as relevant concepts, regularities and laws, rules. The teacher should determine the way of mastering the knowledge included in this group in each specific case in an appropriate way (on didactic grounds). Thus, the concept, rule, law, etc. can be mastered by choosing one way of solving the learning problem, and another explanatory-reproductive way. The third group includes facts, terms, dates, names, given quantities, events, etc. includes. The knowledge belonging to this group is not generalizing, it just requires memorization and memorization. The third group of knowledge is usually not acquired through problem-based learning.

The summarization of the research materials gives reason to say that this subsystem, which we are talking about, can be improved based on the application of various projects (technologies) and the more perfect use of the functions of components-"carriers of opportunity".

But even an ideal improvement does not make it a perfect system. Because the characteristic feature of the system that regulates the conditions of mastering the experience of understanding, preservation and creative development of human culture is that it contains the optimal relations of algorithmic and heuristic activities. Of course, the training system that is adequate for this (allowing for some approximation, it can also be expressed by the term "perfect system") should contain both the subsystem in question and regulate the conditions for the independent, problematic assimilation of the new one. Therefore, the perfect system can be formed not by improving the way of acquiring knowledge, but by completing it. [5; 166]

In the subsystem whose nature and functions we are talking about, the student does not act as a subject who constructs (compiles) an algorithm and controls heuristic activities, but as an observer of the mentioned type of activities, and in some cases, they become the executors of some of its structural components. As a result, the student does not develop the necessary level of

knowledge and development to build an algorithm, act as a subject of heuristic and analytical activity.

The process of performing analytical and heuristic activities aimed at identifying the new refers to a certain algorithm reserve and the existence of a solid system of rules. The regulation of optimal relations of algorithmic, heuristic and analytical activity in the subsystem, which includes the study of knowledge and methods of action, is determined by the nature of the problem and the level of difficulty. Algorithmization is conditioned by the necessary demand for the development of algorithmic culture (both for the management and reproductive activity of students, as well as for the conscious observation of the teacher's activities aimed at the search for new things, and preparation for the problematic learning process) in the subsystem that includes the ready transfer of knowledge and activity methods.

We consider it acceptable to call another subsystem of the educational implementation system "a subsystem that contains problematic learning" (according to our subjective opinion, if this subsystem, which stands superior to constructivism, has transformed corporatism into itself, it is currently accepted as a modern training model in our schools, formed "techno- "Democratic-information society", which needs to be further improved at an adequate level, and can be turned into a system that is currently being called "active/interactive learning", where the process of sharing the necessary part of human experience is basically unified with research activity. here the learner's "courage to extract knowledge from knowledge" is manifested).

In the scientific pedagogical sources known to us, the subsystem, which is one of the ways of regulating the optimal relations of active, creative, search-oriented, algorithmic and heuristic activity, based on the problem-based learning activity of students, is included under the name of the concept of "problematic learning"[1;150-151]; [2; 107].

A group of pedagogues and psychologists have tried to attribute the concept of "subsystem containing problematic learning" to one or another system of categories. For example, according to F.Baykov, problem-based learning can be characterized as an active pedagogical process that includes a system of problem situations that is consistently organized and solved as a result of constant, direct and feedback between the teacher and the student. T.V. Kudryavtsev sees the problem-based learning process in the setting of such didactic problems in front of the students that, by solving them, the students acquire both generalized knowledge and the principle of solving problematic issues. In the concept of problem-based learning, V.Okon shows that a set of actions is understood, such as organizing a problematic situation, formulating a problem (with the gradual participation of students themselves in this process), providing the necessary help to students in solving the problem, checking the solution, and finally leading the process of strengthening and systematizing the acquired knowledge[10 ; 38]. Some educators call problem-based learning a method on the basis that any method of learning is always guided by students' activities in problem solving. M.I.Makhmutov,

on the contrary, writes that the observation and analysis of numerous lessons of advanced teachers shows that problem teaching is not a method at all. This is a broader concept, a category based on the creative and purposeful application of training in harmony with various teaching principles and methods. While problem-based learning affects the development of students' mental activity to a higher level in the entire learning process, it is not a teaching method and a form of organizing students' activities. M.I.Makhmutov considers it correct to understand problem-based learning as a didactic system based on the inclusion of specific reconciliation of teaching and learning methods and principles specific to the laws of creative assimilation of knowledge and activity methods and important aspects of scientific research. M.Mehdizade is of the opinion that the mentioned concept contains a special type of training. M.Kruglyak also tries to justify that problem-based learning cannot be understood as one of the methods, it is a form of organizing intellectual search during the acquisition of knowledge through problem solving. [9; 280]

Referring to the generalizations we made based on the materials collected during the research, we state that the realization of the unity of the process of scientific research and education implementation is closely related to how these systems are understood. In this regard, the interpretations are different, in our opinion, this diversity does not harm the overall work, but rather it is important. Looking at science as a special field of activity, G.N.Volkov does not include the system of knowledge acquired by the society at each stage of time in the concept of "science" and expresses such an opinion: "The essence of science is not the truths that have already been understood, but the search for them, the study of the laws of nature and society and It consists of experimental research studies aimed at its use. Science in itself is not knowledge at all, it is the activity of society on the production of knowledge, in other words, it is scientific production. Whatever role technology plays in material production, scientific knowledge also plays the same role in spiritual production" [12;121]. Commenting on this idea, Academician S.S. Khalilov writes: The introduction of the concept of "...scientific production" is of great importance for the study of the essence and main features of science. G.N.Volkov tried to justify his position scientifically and to create an analogy with the production process, which is more studied in this work, such an initiative is only commendable".[8 ;81]

According to our understanding, it is the most important condition for the study of science in different aspects to be carried out in a related manner and to be able to complement each other, to define it as a system. American scientist H. Liman writes precisely with this aspect in mind: "Before we distinguish and discuss the philosophical, psychological, or social aspects of science, we should be able to imagine science as a certain whole"[13;13]

There is no example in the human experience of obtaining food from a single source for the implementation of scientific research and education processes. It should be noted that when science and education were not organized as a social system, the first teachers were

among the first scientists. In the form of Plato's Academy, one of the first more or less organized educational institutions, this historical junction looks very beautiful. Along with their works, many classics of science also left followers-disciples and entered the history of science as the founders of a certain school. The school created by him played no less role in N.Bor's popularity than his scientific discoveries. However, this was not possible for all scientists. Even the greatest scientists may not have the skill and desire to teach others their knowledge. A.Einstein, who made great contributions to science with his personal creativity, is the best example of this. A scientist's school, laboratory, etc. in fact, it fulfills the functions of the educational system by serving to continue the researches that have been started, and to transmit ideas and research habits to the new generation. In itself, this is no longer a formal, but an example of creative education.

However, the historically independent organizational structure of the educational system has made it a common practice to train teachers from people who are far from scientific, who do not have scientific research habits and sometimes do not have creative thinking at all. At first glance, it may seem that the compulsion of general education turns what we say into a point of view, and research may not be required from the teacher for the general education level. However, while it is not really important for the teacher to discover something new in science, at least he should have the ability to rediscover what is known every time with the participation of students, he should be able to direct the mental activity of students to the discovery of the unknown by analytical or heuristic types (Forgetting It is impossible that personnel enter science from the ranks of young people who receive high-quality education, otherwise the burden of science will not be lifted, the world will be deprived of opportunities for science.

In order for the teacher to be able to facilitate the provision of the principles of constructivism and cooperativism in the organization of the teaching-cognitive process, it is important for him to know the characteristics of this or that type of activity (in particular, let us emphasize that the analytical and heuristic types of mental activity related to the training problem, the logics of which should take place in the teaching process) is one of the issues. He should know that the structure of the analytical type of mental activity that takes place in the research process: 1) understanding of the difficulty and analysis of the problem situation; 2) identification of the main difficulty; 3) searching for a solution by applying known algorithms or searching for analytical ways; 4) includes the components of the solution and checking its correctness. The structure of the heuristic type of mental activity can be fundamentally different. Its separate stages are close to the analysis, but have their own specifics. The structure of this type is as follows: 1) understanding of the difficulty and analysis of the problem situation; 2) identification of the main difficulty and formulation of the problem; 3) a) searching for solution methods by hypothesizing and their development (designing a new algorithm) or b) making a reasonable hypothesis and finding a solution intuitively; 4) check the correctness of the hypothesis by applying the obtained result to practice. At this time, it should also be taken into account that the second way improves the practice of managing the process of developing the student's mental abilities.[4;72]

The generalization formulated thanks to the analysis of the materials collected during the research gives grounds for concluding that indifference to the unity of the processes of scientific research and the implementation of education not only hinders the preparation of the student for life as a creative personality in the general education school, but also that this undesirable environment seriously damages the further development of science. It is like a "shield" for the youth to come to science. Such an aspect should be taken into account that in our modern age, not only the problems, but also the science itself is getting older. As the famous physicist Max Delbryck said, science grows old, but society remains young. The achievements of science are accumulating, scientific information is multiplying, and the giant tree of science is bowing down as it bears fruit. And the society is gradually being updated, generations replace each other.

Results of the Research

The point is that they cannot be solved by influential people in any field of science, they go beyond the "normatives" of the dominant way of thinking. Since the older generation is firmly attached to that way of thinking, it is powerless to face such problems that require a new solution and a new perspective. Young researchers, on the other hand, are not very firmly attached to the ruling style of thinking and the tenets of normal science, so they sometimes approach the problem from an unexpected position and use new methods. Here, the associative thinking, which is more characteristic of youth, speaks positively. There are many examples of this from the history of science. For example, at the beginning of the 20th century, when a number of physical phenomena could not be explained within the framework of Newtonian mechanics, 25-year-old A.Einstein solved the problem that all prominent scientists of the time could not solve. A little later, when classical mechanics for micro-events did not justify itself, the basic law of new quantum mechanics was discovered by 26-year-old V.Heisenberg. Schelling was 20 years old when he wrote his first poem. Although it seems that we are moving away from the main point here, we should emphasize, based on the information found in scientific sources, that wrong conclusions inherited from our not-so-distant past (due to many objective and subjective reasons) led to the separation of research institutes and higher schools. therefore, the scientific potential of the teaching staff and the teaching opportunities of the scientific workers were not sufficiently used. For example, in our republic, a large number of academicians and doctors of science work in scientific research institutes, while in higher schools, students are often taught the relevant subjects by people with a much lower qualification level. Scientific sources also show that people who are not particularly successful in the field of scientific research are sometimes attracted to universities, which lowers the scientific level of teaching. Adhering to this tradition, higher schools hire their own personnel, people with no scientific research competence, as teachers instead of outstanding experts working in scientific research institutes, and they often try to explain this with the specifications of the higher school, the difference between the educational system and the scientific institution. In this regard, the practice of preparing staff for oneself, which is widespread in our republic and even "justified" as a

good thing, causes great damage to the scientific atmosphere in higher education institutions. (this has a negative impact on the training of personnel, their acquisition of the competence to conduct research in the relevant field). As a rule, when talking about the academy, higher school and field sciences, we are talking about the activities of people with the same rights and the same capabilities in different departments. The comparison is usually made on the basis of statistical indicators: how many doctors of sciences, how many doctors of philosophy, etc. in which field. there is However, depending on the specifics of those fields, the activity of scientists working there should also have certain specifics. For example, if the main function of people working in field science is to adapt the known scientific provisions to the requirements of the production area, to find new ways of application, the function of the academy workers is to acquire new scientific knowledge independent of application, to reveal the truth about reality. [8; 85].

Academician S.S.Khalilov also emphasizes that although the laws on science and education are separate, they should first be considered together, as components of a single system, and only after that, the rules of their relative independent existence should be established, specific legal regulatory systems should be created... When talking about the unified concept of science and education, we do not intend to emphasize that these two fields are extremely close. On the contrary, the goal is to take into account the differences between these two fields... As a result of the fact that the essences of science and education are often confused, even the related laws, as they say, encroach on each other's scope, pretending to legally regulate issues that do not belong to them. [8; 84-88]. We believe that the major reforms carried out, the creation of the Ministry of Science and Education, and other fundamental structural changes will ensure the elimination of the "gaps" highlighted above.

By its nature, the system that directs the formation of students' creative thinking in general education schools is the unity and unification of educational and scientific cognitive processes [11]. The real existence of the mentioned process is possible thanks to the dialectic of the categories of content and form. It is enough to look at the teaching method applied here as a form of cognitive movement of the learning material, which has become a perceived object of the students' needs, and the organizational form as a form of movement in which the teaching method and learning material appear in the place of the content. In the process of implementation of education, if this kind of action is realized, then there is an opportunity for the creative quality of the thinking of the learner. It includes both empirical knowledge as a result of direct interaction with objective reality, and theoretical knowledge obtained using known methods of scientific cognition due to the most abstract thinking.

Theoretical novelty and significance of the study. The interpretation of the nature of the system aimed at the formation of creative thinking of students in secondary schools clarifies the theoretical and tech-

nological approaches that determine the place of scientific research in the process of education. This theoretical base can be used as a basis for choosing a more perfect version of the system that can transform the dialectical connection of "goal-content-means-method-organizational form" in the process of education implementation, in the teaching of this or that subject, as a result, "opportunity-movement-new quality" The process of sharing human experience, based on the paradigm, is realized more effectively.

The result. 1) the problem of forming a creative person (turning a person into a subject of creative thinking) is determined as a challenge of the modern era, specifically the IV industrial revolution; 2) the value aimed at the formation of creative thinking of students in secondary schools is a system that includes scientific research as subsystems through the implementation of education; 3) subsystems of the system aimed at the formation of creative thinking of students in secondary schools are specially organized cognitive processes and they have philosophical-methodological, logical-psychological, cybernetic, didactic bases; 4) the efficiency of the system aimed at the formation of creative thinking of students in secondary schools is determined by the level of research experience and management competence of the facilitator; 5) the interaction of empirical and theoretical knowledge, the nature of analytical and heuristic types of mental activity should be selected as a point of view in the management of the system aimed at the formation of creative thinking of students in general education schools.

References:

1. Abbasov A.N., Mammadzade R.R., Mammadli L.A. Pedagogy: Muntakhabat (textbook for higher education institutions). Baku: Translator, 2021.
2. Mammadli L.A. Pedagogical theory: Muntakhabat (Textbook). Baku: Mutercim, 2022.
3. Mehrabov A.O. Methodological problems of modern education. Baku: Mutercim, 2012.
4. Ibrahimov F.N. Essays on the basics of optimal ratios of algorithmic and heuristic activity in training (Monograph). Baku: Mütércim, 2018.
5. Ibrahimov F.N., Huseynzade R.L. Pedagogy (Textbook), in 2 volumes, Volume I. Baku: Mutercim, 2013.
6. Garalov Z.I. Education (principles, content, methodology). In 3 volumes .Volume I. Baku: Pedagogika, 2003.
7. Feyziyev J.A., Ibrahimov F.N., Badiyev S.R. Didactics (Teaching materials). Baku: Mutercim, 2011.
8. Khalilov S.S. Education, training, upbringing. Baku, "Azerbaijan University" publishing house, 2005.
9. Makhmutov M.I. Theory and practice of problem-based training. Kazan, 1972.
10. Okon V. Fundamentals of problem-based learning. M.: Pros-ve-shche-nie, 1968.
11. Pushkin V.N. Heuristic science of creative thinking M.: Uchpedgiz, 1967.
12. Volkov G.N. Sociology of science. M., 1968
13. John Liman. What is science - "Philosophical problems of science and technology", Boston, 1974

FOSTERING PATRIOTISM IN MUSIC CLASSES IN CHINESE SECONDARY SCHOOLS: THE IMPACT OF ART ON THE FORMATION OF NATIONAL CONSCIOUSNESS**Liu Shuchang***higher education applicant of the third
(education and research) cycle of higher education
Izmail State University of Humanities (Izmail, Ukraine)***ВИХОВАННЯ ПАТРІОТИЗМУ НА МУЗИЧНИХ ЗАНЯТТЯХ У СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ КИТАЮ:
ВПЛИВ МИСТЕЦТВА НА ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ СВІДОМОСТІ****Лю Шучан***здобувач вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня
Ізмаїльського державного гуманітарного університету (Ізмаїл, Україна)
<https://doi.org/10.5281/zenodo.13619670>***Abstract**

This article explores the importance of fostering patriotism in music classes in secondary schools, emphasizing the impact of art on the formation of students' national consciousness. It examines the role of music as an effective tool for emotionally engaging students in understanding and appreciating national values, history, and culture. The study investigates how integrating patriotic themes into music education can not only maintain students' interest in the subject but also enhance their national identity and moral-ethical development, contributing to the harmonious development of their personalities. Music is a universal language capable of conveying emotions, ideas, and values without the need for words, making it particularly effective in fostering patriotism. Conducting patriotic education through music classes has unique advantages. Music can emotionally influence children, highlighting important patriotic themes and values. In secondary schools, music is not only a source of enjoyment and self-expression for students but also an effective means of cultivating patriotic feelings, fostering love for the homeland, and raising awareness of national values.

Анотація

У статті досліджується важливість виховання патріотизму на музичних заняттях у середній школі, підкреслюючи вплив мистецтва на формування національної свідомості учнів. Розглядається роль музики як ефективного інструменту для емоційного залучення учнів до пізнання та осмислення національних цінностей, історії та культури своєї країни. Вивчається, як інтеграція патріотичних тем у музичне навчання може не лише зберегти інтерес учнів до предмету, але й посилити їхню національну ідентичність та морально-етичне становлення, сприяючи гармонійному розвитку особистості. Музика є універсальною мовою, яка здатна передавати емоції, ідеї та цінності без необхідності використання слів. Це робить її особливо ефективним інструментом у вихованні патріотизму. Проведення патріотичного виховання на музичних заняттях має унікальні переваги. Через музику можна емоційно вплинути на дітей, підкреслюючи важливі патріотичні теми та цінності. Музика в середній школі не лише є джерелом задоволення та самовираження для учнів, але й ефективним засобом для формування патріотичних почуттів, виховання любові до Батьківщини та усвідомлення національних цінностей.

Keywords: secondary school, music classes, patriotism, education, patriotic education, national consciousness.

Ключові слова: середня школа, музичні заняття, патріотизм, освіта, патріотичне виховання, національна свідомість.

У сучасному світі, який характеризується динамічним розвитком технологій і глобалізаційними процесами, питання збереження національної ідентичності та виховання патріотизму набуває особливої актуальності. Середня школа відіграє ключову роль у формуванні світогляду молодого покоління, і саме на цьому етапі важливо закласти основи патріотичних почуттів та національної свідомості. Музика, як одна з найдавніших форм мистецтва, володіє унікальними можливостями для впливу на емоційний стан і свідомість учнів, що робить її потужним інструментом у процесі виховання патріотизму.

Аналіз історико-педагогічної літератури показує, що значна кількість дослідників приділила увагу розвитку освіти в Китаї. Серед них можна

виділити таких вчених, як Д. Кітлі, М. Леві, Д. Мейджор, К. Чан, Дж. Лю, А. Райт, Ф. Токей, С. Цорен, Д. Кнектегес, Р. Матер, Дж. Хайтауер, Х. Франкель та інших. Ці дослідження охоплюють різні аспекти освітньої системи КНР, включаючи історичний розвиток, педагогічні методи та вплив соціально-економічних факторів на освіту. Вчені аналізують, як зміни в політичній та економічній ситуації вплинули на освітні реформи та розвиток навчальних програм. Вони також досліджують роль уряду та міжнародних організацій у формуванні сучасної освітньої системи Китаю. Ці дослідження підкреслюють важливість музичного мистецтва як засобу патріотичного виховання, використовуючи національні традиції та музичні інструменти для формування патріотичних почуттів у школярів.

Народна музика постає важливим засобом формування національної свідомості учнів середніх класів на уроках музичного мистецтва. Звернення до народної музичної творчості – це не лише данина пам'яті історичного минулого свого народу. Зміст народної музики сповнений потенціалу високої духовності й справжніх життєвих цінностей, прикладів мужності та шляхетності, щирості й людяності, віри в перемогу добра над злом. Осягнення учнями народної музики, цієї невичерпаної криниці духовності, «присвоєння» національних художньо-естетичних цінностей і перетворення їх на власні цінності та переконання зробить їх добрішими та чуйнішими. Через національне музичне мистецтво дитині легше зрозуміти своєрідність музики інших народів і уявити надбання української музичної культури як складової світової музичної спадщини. Засвоєння на цих засадах фундаментальних духовних цінностей людства є надійним шляхом виховання національної свідомості школяра в його духовному і культурному зростанні [5, с. 129].

Метою статті є дослідження ролі музичного навчання у середній школі в контексті формування патріотичних цінностей та національної свідомості. Автори аналізують сучасні підходи до інтеграції патріотичних тем у музичні заняття, розглядаючи їх вплив на підвищення інтересу учнів до вивчення музики та зміцнення їхньої національної ідентичності. Особлива увага приділяється тому, як музика може сприяти глибшому розумінню історії та культури рідної країни, а також вихованню поваги до національних традицій.

Патріотизм є фундаментальною складовою ідентичності людини та визначається як індивідуальне або колективне позитивне і підтримуюче ставлення до Батьківщини. Це почуття відданості, гордості та відповідальності за свою країну, яке формує основу національної свідомості. У контексті соціалістичного будівництва виховання патріотизму стає надзвичайно важливою складовою, оскільки воно сприяє формуванню відповідальних громадян, здатних не лише шанувати національні цінності, але й активно брати участь у розбудові суспільства. Поеднання патріотичних мотивів з музичними творами дозволяє учням глибше зрозуміти і відчувати історію та культуру своєї країни. Виховання патріотизму через музику створює емоційний зв'язок між учнями та їхньою національною спадщиною, що робить навчальний процес не тільки освітнім, але й виховним. Завдяки цьому музичні уроки набувають нової глибини і значущості, сприяючи формуванню гармонійної та патріотично налаштованої особистості [6].

Дослідження виховання патріотизму на музичних заняттях у середній школі Китаю привернуло увагу як китайських, так і українських вчених. Такі вчені як Лі Цзянь, Ван Юн, Чжан Вей, Фань Чженьсюань досліджували вплив традиційної китайської музики на формування патріотичних почуттів у школярів та аналізували використання національних музичних інструментів у навчальному процесі. Українські вчені, як О. Бухнієва, І.

Ковальчук та М. Петренко досліджували патріотичне виховання молодших школярів у КНР за допомогою музичного мистецтва та вивчала методи інтеграції українських народних пісень у музичне виховання китайських школярів.

Завданнями нашого дослідження є аналіз сучасного стану патріотичного виховання у середній школі Китаю через музичні заняття, визначення ролі музики як інструменту формування національної свідомості серед учнів середніх шкіл Китаю, оцінка впливу музичних занять на розвиток патріотичних почуттів та національної ідентичності серед учнів. Виховання патріотизму є одним із основних елементів ідейно-морального становлення учнів середньої школи Китаю. Це завдання набуває особливої актуальності в умовах глобалізації, коли необхідно зберегти національні цінності та культуру. Музичне навчання, як важлива частина освітнього процесу, може стати потужним інструментом для виховання патріотизму. Музика має унікальну здатність впливати на емоції та свідомість учнів, пробуджуючи в них почуття любові та поваги до своєї країни. Виховання патріотизму в середній школі є основою ідейно-морального становлення учнів, і музика може відігравати в цьому процесі значну роль. Музичні заняття можуть стати не лише засобом навчання, але й простором для формування патріотичних почуттів. Вчителі можуть інтегрувати патріотичні теми в музичний репертуар, використовуючи національні пісні, твори великих композиторів, які відображають історію та культуру країни. Це дозволяє учням не лише вивчати музику, але й глибше усвідомлювати свою національну ідентичність.

Музичний кабінет у школі може слугувати потужною платформою для патріотичного виховання. Він дозволяє вчителям інтегрувати патріотичні теми у навчальний процес, використовуючи музичні твори, що відображають національну культуру, історію та боротьбу за незалежність. Через музику учні можуть глибше усвідомити значення національних символів, героїв та подій, що формують їхню національну ідентичність. Зокрема, під час занять музикою можна використовувати патріотичні пісні та композиції, навчання виконання та інтерпретації патріотичних пісень допомагає учням відчувати гордість за свою країну та співпереживання до її історії. Вчитель може організовувати тематичні уроки та заходи. Проведення уроків, присвячених національним святкам та історичним подіям, з використанням музичних творів, сприяє формуванню у школярів розуміння важливості цих подій. Організація концертів, виставок або конкурсів на тему патріотизму може залучити учнів до активної участі у культурному житті школи та громади, що ще більше зміцнює їхню національну свідомість. Патріотичне виховання через музику у середній школі є невід'ємною складовою навчального процесу, що допомагає формувати у дітей не лише музичні здібності, але й глибокі моральні та громадянські якості. Це дозволяє виховувати свідомих громадян, які готові підтримувати та захищати

свою країну, а також сприяти її розвитку та процвітання.

У «Програмі впровадження патріотичного виховання» підкреслюється, що молодь є центральною ланкою патріотичного виховання, а школа виступає важливим осередком для цього процесу. Важливість виховання патріотизму не обмежується лише окремими уроками чи позакласними заходами; вона повинна бути інтегрована у всі етапи навчального процесу – від дитячого садка до університету. Це дозволяє сформувати у молодого покоління міцну національну свідомість та любов до Батьківщини. Проте, існує проблема, яка часто залишається поза увагою у викладанні музики, а саме – зв'язок між щоденним навчанням музики та патріотизмом. У музичній освіті цей аспект іноді сприймається як другорядний або недостатньо важливий. Але насправді, саме через музику можна передати глибокі патріотичні почуття та підсилити національну ідентичність учнів.

Музика є потужним інструментом для вираження емоцій та формування моральних цінностей. Вона здатна впливати на свідомість та підсвідомість, створюючи стійкі асоціації з національними ідеалами та символами. Якщо ж у процесі музичного навчання патріотичний аспект залишається поза увагою, це може призвести до формування у молоді поверхневого розуміння своєї країни та її цінностей. Така освіта, яка не закладає глибоких патріотичних основ, може вважатися недостатньо ефективною, оскільки не досягає своєї головної мети – виховання свідомих і відповідальних громадян. Якщо учні лише туманно розуміють поняття «країна», національну ідентичність та патріотизм, то така освіта не виконає своєї місії. Вона буде провальною у тому сенсі, що не зможе сформувати у молоді необхідні моральні якості та національну свідомість. Це може призвести до того, що учні виростуть байдужими до своєї країни, її культури та історії, що у свою чергу може мати негативні наслідки для суспільства в цілому. Отже, важливо, щоб викладання музики у школах не лише передавало музичні знання та навички, але й активно сприяло патріотичному вихованню. Це має бути свідомий, інтегрований процес, який забезпечує формування глибокої національної свідомості у кожного учня [5, с. 130].

Патріотизм являє собою позитивне і підтримуюче ставлення до Батьківщини, яке може бути як індивідуальним, так і колективним. Формування патріотизму є ключовою складовою соціалістичного розвитку, а також одним із основних елементів морально-ідеологічного виховання учнів у середній школі. У зв'язку з цим особливе значення має впровадження патріотичного виховання під час музичних занять, використовуючи музичний кабінет як платформу для розвитку патріотизму. Це дозволяє максимально відобразити важливість патріотичного виховання в процесі виховання школярів і в навчальному процесі загалом [1].

Нині патріотична свідомість молоді є відносно слабкою, що зумовлено, з одного боку, впливом

різноманітної інформації, а з іншого – недостатньою освітою. Ця проблема заслуговує на пильну увагу та дослідження, адже її важливість є очевидною. Як важливий предмет, музика займає значне місце в навчальному процесі, тому музичний клас повинен стати ключовою платформою для патріотичного виховання. Музичне навчання – це не лише мистецька та естетична дисципліна, але й важливий засіб для виховання патріотизму, національного духу та цілісності учнів. Якщо ми обмежимося лише словами, ми втратимо головну мету та напрямки освіти. Насправді, поширення ідей та духу має бути спільною метою для всіх предметів. Інакше викладання музики може бути близьким до навчання, але далеким від справжньої освіти. Крім того, деякі вчителі не приділяють достатньої уваги впровадженню патріотичного виховання на уроках, відмовляючись від нього через брак часу або складність інтеграції цього процесу.

Патріотизм – це обов'язок кожного громадянина Китаю, а не лише окремих людей чи організацій. Для вчителів, незалежно від того, який предмет вони викладають, існує важлива місія, яка виходить за рамки простого передачі знань і вирішення питань учнів. Принципи правильного шляху, або Дао, є універсальними і постійними, незалежно від часу чи місця, а патріотизм завжди був і залишається найвищою моральною цінністю. Хоча наша держава вже давно має настанови та рекомендації щодо патріотичного виховання, їх реалізація залишається недостатньою через відсутність конкретики. Це призвело до того, що у підлітків поступово зникає чітке розуміння патріотизму. Тому важливо дослідити, як інтегрувати патріотичне виховання в музичні заняття у середній школі, і як тісно поєднати його з навчальним процесом. Час не стоїть на місці, і необхідність патріотичного виховання є настільки очевидною, що не потребує додаткових пояснень.

Музичне мистецтво відіграє важливу роль у вихованні патріотизму та формуванні національної свідомості серед учнів середніх шкіл Китаю. Завдяки інтеграції національних музичних творів у навчальний процес, учні не лише знайомляться з культурною спадщиною своєї країни, але й розвивають почуття гордості та приналежності до своєї нації. Музичні заняття сприяють формуванню емоційного зв'язку з національною культурою, що є важливим аспектом патріотичного виховання. Дослідження показало, що використання музичного мистецтва як засобу виховання патріотизму є ефективним інструментом для розвитку національної свідомості. Учні, які беруть участь у музичних заходах, демонструють вищий рівень національної самосвідомості та активніше залучаються до культурних ініціатив. Таким чином, музичне мистецтво не лише збагачує освітній процес, але й сприяє формуванню гармонійно розвиненої особистості з глибоким почуттям патріотизму.

Список літератури:

1. Бухнієва Олена "MUSICAL ART AS A MEANS OF PATRIOTIC EDUCATION OF

YOUNGER SCHOOL STUDENTS IN A SECONDARY SCHOOL OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA" *Духовність особистості: методологія, теорія і практика* 1.1 (108) (2024).

2. «Ідеологічна та політична робота Мао Цзедуна, Ден Сяопіна та Цзян Цземіня» Пекін: Learning Press, 2000.

3. «Книга для читання з виховання патріотизму та ідеальної освіти в середніх школах», Пекін, Національна академія управління, 2013.

4. «Національна оборонна освіта» AVIC Publishing and Media Co., Ltd. Press, 2013.

5. Цзян Лібінь, До проблеми музичного навчання та виховання в Китаї. Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2013. 10 (269), Ч. І.С.128-133.

6. Чжан Мен, «Поточні проблеми та заходи протидії вихованню патріотизму в середніх школах», «Посібник з економічних досліджень», 2012 (11).

7. 郑晓艳 音乐教育的对话探索：初中和高中音乐教师教育能力的建构与实践：重庆：西南大学出版社, 2023.

THE SPECIFICS OF ARTISTIC AND AESTHETIC EDUCATION OF HIGH SCHOOL STUDENTS IN GENERAL EDUCATION SCHOOLS OF THE PRC THROUGH MUSIC**Zhao Junkai***higher education applicant of the third
(education and research) cycle of higher education
Izmail State University of Humanities (Izmail, Ukraine)***ОСОБЛИВОСТІ ХУДОЖНЬО-ЕСТЕТИЧНОГО ВИХОВАННЯ СТАРШОКЛАСНИКІВ У ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ШКОЛАХ КНР ЗАСОБАМИ МУЗИКИ****Чжао Цзюнькай***здобувач вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня
Ізмаїльського державного гуманітарного університету (Ізмаїл, Україна)
<https://doi.org/10.5281/zenodo.13619684>***Abstract**

The main goal of musical education in secondary schools is to help students form correct aesthetic ideas, to awaken in them a desire for beauty, and to promote their comprehensive development with the help of musical education. Therefore, teachers should pay special attention to the development of aesthetic education of students. The article examines the main approaches to artistic and aesthetic education of high school students in secondary schools in China with an emphasis on the role of music as a key means of forming cultural values and aesthetic worldview of students. The article examines the main approaches to artistic and aesthetic education of high school students in secondary schools in China with an emphasis on the role of music as a key means of forming cultural values and aesthetic outlook of students. The use of traditional and modern music in the educational process, methods and forms of musical education, as well as their influence on the development of creative abilities, national self-awareness and emotional intelligence of high school students are analyzed. A comparison of Chinese methods with approaches to music education in other countries is made, which allows us to reveal the unique features of the Chinese approach. The main challenges faced by music education in the People's Republic of China are identified, and the prospects for its development in the conditions of modern educational reforms are outlined.

Анотація

Головна мета музичного виховання в загальноосвітніх школах полягає в тому, щоб за допомогою музичного навчання допомогти учням сформувати правильні естетичні уявлення, пробудити в них прагнення до прекрасного та сприяти їхньому всебічному розвитку. Тому вчителі мають особливу увагу приділяти розвитку естетичного виховання учнів. У статті розглядаються основні підходи до художньо-естетичного виховання старшокласників у загальноосвітніх школах Китаю з акцентом на роль музики як ключового засобу формування культурних цінностей та естетичного світогляду учнів. Проаналізовано використання традиційної та сучасної музики в освітньому процесі, методи та форми музичного виховання, а також їхній вплив на розвиток творчих здібностей, національної самосвідомості та емоційного інтелекту старшокласників. Здійснено порівняння китайських методик з підходами до музичної освіти в інших країнах, що дозволяє виявити унікальні особливості китайського підходу. Визначено основні виклики, з якими стикається музична освіта в КНР, та окреслено перспективи її розвитку в умовах сучасних освітніх реформ.

Keywords: artistic and aesthetic education, comprehensive schools of the People's Republic of China, Chinese music, musical education, creative development, pedagogical methods.

Ключові слова: художньо-естетичне виховання, загальноосвітні школи КНР, китайська музика, музичне навчання, творчий розвиток, педагогічні методи.

Естетичне виховання в сучасному Китаї є одним із ключових напрямів не лише у сфері освітньої теорії та практики, а й у соціокультурному розвитку країни. Воно відіграє важливу роль у формуванні «духовної цивілізації соціалізму з китайською специфікою». Як невід'ємна частина культурного просвітництва, правильно організоване естетичне виховання повинно сприяти зростанню культурного рівня населення, виконанню завдань духовно-морального виховання (включаючи засвоєння традиційних моральних цінностей, що лежать в основі естетичного вчення конфуціанства) та гармонізації соціальних відносин (оскільки гармонія є централь-

ним поняттям естетики). Водночас у теорії та практиці естетичного виховання помітна тенденція до поєднання традиційних поглядів на його сутність і організацію, його роль у житті людини й суспільства (з особливим акцентом на філософське вчення Конфуція, адаптоване до сучасного соціокультурного та освітнього контексту), та новаторських концепцій, що підкреслюють значущість естетичного виховання для розвитку особистості та його ціннісних основ. У сучасному світі, де глобалізація сприяє активному обміну культурними цінностями між різними країнами, художньо-естетичне виховання набуває особливого значення в освітньому процесі. Особливо це актуально для Китаю, країни

з багатою культурною спадщиною, де мистецтво та музика відіграють важливу роль у формуванні національної ідентичності. Художньо-естетичне виховання старшокласників у загальноосвітніх школах КНР спрямоване на розвиток творчих здібностей, формування естетичних смаків та поглиблення культурного усвідомлення учнів. Музика в цьому процесі займає одне з ключових місць, адже вона не лише є засобом передачі культурних традицій, але й ефективним інструментом для виховання гармонійно розвиненої особистості. У цьому контексті важливо дослідити, як саме відбувається художньо-естетичне виховання через музику в китайських школах, які методи використовуються для залучення учнів до світу мистецтва, та яким чином ці підходи сприяють формуванню їхнього естетичного світогляду.

Метою статті є дослідження методик та підходів до музичного виховання, які використовуються в китайських школах, та їх впливу на естетичний розвиток учнів.

У Китаї музична освіта традиційно займає центральне місце в естетичному вихованні та наближенні людини до прекрасного. Володіння навичками сприйняття, розуміння та виконання вокальних і інструментальних творів, а також здатність висловлювати свої почуття та світогляд через музику завжди вважалися важливою рисою «шляхетної» та «гуманної» особистості в конфуціанському сенсі. У конфуціанстві музика, як і естетичне виховання загалом, розглядається як потужний інструмент гармонізації суспільних відносин. Вважалося, що музика та естетичне виховання мають зрівноважувати внутрішній світ людини, ушляхетнювати її почуття, робити їх більш витонченими, а також допомагати усвідомлювати свій обов'язок перед іншими та перед собою.

Обґрунтована у дослідженнях сучасних китайських вчених (Ван Сяохун, Ван Хуайцзянь, Ду Сівей, Сун Цзінан, Яо Вей та ін.) єдність природи музичної освіти та естетичного виховання дозволяє виявити можливості музичної освіти у вирішенні завдань естетичного виховання. У цьому особливу роль вирішенні завдань естетичного виховання грає загальне музичне освіту. Система загальної музичної освіти, яка не передбачає передпрофесійної та професійної підготовки, в сучасному Китаї охоплює всі рівні освіти: рання освіта (для дітей до трьох років), дошкільна освіта, основна загальна освіта, додаткова музична освіта, представлена комплексом загальноосвітніх та загальнорозвиваючих програм, вища освіта.

Саме в системі загальної музичної освіти естетичне виховання учнів виступає самостійною значущою освітньою метою, на відміну від системи професійної музичної освіти (музичні школи при консерваторіях, музичні училища, консерваторії, музичні відділення та факультети у багатопрофільних університетах та професійних коледжах та вузах), де на перший план виходить професійна виконавська та інша підготовка. Можливості загальної музичної освіти у вирішенні завдань естетичного

виховання учнів визначаються, по-перше, виховним потенціалом музики як виду мистецтва, по-друге, особливостями самої системи загальної музичної освіти, тобто її змістом, формами, методами, особливостями взаємодії педагогів та учнів. Виховний потенціал музики визначається загальними функціями мистецтва у вирішенні завдань естетичного виховання, особливостями музики як специфічного виду мистецтва та національними особливостями музичного мистецтва Китаю [1, с. 138].

Аналіз фундаментальних досліджень як українських, так і китайських вчених, таких як Г. Хоткевич, С. Русова, Цай Юаньпей, Чжу Гуанцяня та Цай Юаньпей дав змогу виявити ключові функції мистецтва у вирішенні завдань естетичного виховання. Г. Хоткевич досліджував вплив народного мистецтва на естетичне виховання, наголошуючи на важливості фольклору та музики у формуванні національної свідомості та естетичних цінностей. С. Русова акцентувала увагу на ролі освіти та виховання у розвитку естетичних почуттів, підкреслюючи необхідність інтеграції мистецтва у освітній процес для формування гармонійної особистості. Цай Юаньпей, видатний китайський педагог, вважає, що мистецтво має бути основним компонентом освіти, оскільки воно формує моральні та естетичні цінності, необхідні для гармонійного розвитку суспільства. Чжу Гуанцянь, дослідник естетики, розробляв концепції, які підкреслювали важливість мистецтва в емоційному та інтелектуальному розвитку особистості, наголошуючи на його ролі у соціалізації та комунікації.

Музичне мистецтво Китаю характеризується такими особливостями:

1. Синкретичне поєднання тексту (у вокальному мистецтві), мелодії, виконавських технік та елементів театралізації.
2. Співіснування та, у багатьох випадках, інтеграція сучасних і традиційних форм виконання.
3. Втілення принципу «використання давніх традицій для сучасних потреб і західних впливів на користь китайської культури».

Особливості системи загальної музичної освіти сучасного Китаю дозволяють ефективно здійснювати естетичне виховання учнів. Це забезпечується такими принципами, які лежать в основі організації освіти: доступність музичної освіти для кожного громадянина КНР, незалежно від статі, національності, соціального статусу, віросповідання або місця проживання, що гарантує рівні умови для всіх у здобутті музичної освіти та розвитку їхніх музичних здібностей; інтеграція музичної освіти з національною та світовою художньою культурою, де в навчальних програмах поєднується глибоке вивчення традиційної національної та класичної західної музики з урахуванням сучасних тенденцій музичної культури; врахування досвіду організації загальної музичної освіти інших країн; свобода викладачів у виборі методів і засобів музичної освіти [4, с. 132].

Останнім часом вчителі музики більше не обмежені жорсткими рамками програми; вони мають право вибирати ті методи навчання, які найбільш

ефективно розкривають зміст музичної освіти для конкретної групи учнів. Це дозволяє враховувати вікові, соціокультурні, етнокультурні та індивідуальні особливості школярів чи студентів. Крім того, застосовується принцип науковості, який передбачає організацію загальної музичної освіти на основі сучасних і найбільш перспективних підходів у галузі теорії музики, музичної педагогіки, психології та виконавського мистецтва. Важливим є також принцип ступінчастості, який забезпечує безперервність і наступність у системі музичної освіти, об'єднуючи елементарну, початкову, середню, вищу, основну та додаткову, загальну та професійну музичну освіту. Застосування цього принципу забезпечує безперервний естетичний розвиток учнів, удосконалення їх музичних здібностей і профорієнтацію у сфері музичної освіти. Принцип креативності передбачає створення умов для музичної творчості учнів, включаючи виконавську, композиторську та інші форми творчості. Реалізація цих принципів надає естетичному вихованню системного характеру, забезпечує гармонійний розвиток емоційної та інтелектуальної сфер учнів, підвищує їх культурний рівень, сприяє формуванню естетичного смаку та здатності оцінювати різні явища дійсності, а також підтримує розвиток обдарованих дітей. У сучасній китайській педагогіці приділяється значна увага обґрунтуванню умов для ефективного естетичного виховання в системі загальної музичної освіти.

Серед педагогічних досліджень цього напрямку варто відзначити роботу Чжан Ліцзюнь, де такі умови чітко сформульовані та глибоко обґрунтовані з точки зору педагогіки та психології [6, с. 135]. Дослідник вважає, що першою умовою є естетичне оформлення простору (навчального кабінету, шкільного концертного залу), де відбувається музичне навчання. Учні мають оточувати справді красиві речі, пов'язані з музичним мистецтвом, а також твори живопису та каліграфії, що сприяє формуванню в дітей не лише естетичного смаку, а й цілісного естетичного світосприйняття. Другою важливою умовою є створення організаційних та емоційних передумов для сприйняття музики. Це передбачає вільне, без попередніх установок і зайвої інформації, слухання вокальних та інструментальних творів, а також використання рефлексивних методів, що дозволяють учням вербалізувати або візуалізувати свої емоції під час прослуховування музики. Такі підходи сприяють формуванню навичок інтерпретації музичних творів з естетичної точки зору. Третя умова полягає у створенні атмосфери довіри та щирості у взаємодії між учителем і учнями. Це дозволяє організувати на уроці ціннісний діалог, який є необхідним для розуміння, аналізу та естетичної оцінки музичних творів. Четверта умова стосується інтеграції естетичних та етичних компонентів музичної освіти. Єдність цих складових дозволяє використовувати красу музичних творів, включених до шкільної програми, як засіб морального виховання. Наприклад,

пісні про Батьківщину, її велич і красу природи мають значний потенціал у вихованні патріотизму серед дітей та підлітків [7, с. 100].

Реалізація на заняттях морального потенціалу музичних творів надзвичайно важлива з погляду естетичного виховання учнів, оскільки єдність доброго та прекрасного становить фундаментальну основу класичних та сучасних концепцій естетичного виховання. Створення перерахованих умов покликане забезпечити найповнішу реалізацію можливостей загальної музичної освіти у вирішенні завдань естетичного виховання учнів.

Вищезазначене є підґрунтям для визначення можливостей загальної музичної освіти у вирішенні завдань естетичного виховання учнів. Щоб систематизувати ці можливості, доцільно виокремити три групи завдань естетичного виховання. Перша група завдань охоплює естетичне просвітництво учнів, яке сприяє реалізації пізнавальної та дидактичної функцій музичного мистецтва. Завдяки цим завданням загальна музична освіта забезпечує передачу знань про музику як вид мистецтва, її естетичну цінність, формує естетичне мислення та систему поглядів через специфічні засоби вираження. Вона знайомить учнів із культурним розмаїттям країни та світу, розвиває розуміння естетичного багатства навколишнього середовища та внутрішнього світу людини, надає естетичному розвитку освітню широту та моральну спрямованість. Друга група завдань спрямована на формування у школярів та студентів системи ціннісно-сміслових відносин, що пов'язано з аналітичною та формуючою функціями музичного мистецтва. Вирішення цих завдань забезпечується тим, що музична освіта, завдяки єдності естетичної та етичної складових, допомагає орієнтуватися у світі цінностей, емоційно переживати та осмислювати життєві проблеми, розвиває естетичний смак і гармонізує внутрішній світ особистості. Третя група завдань естетичного виховання передбачає залучення учнів до творчої діяльності «за законами краси» і реалізує комунікативну функцію та функцію соціалізації. Загальна музична освіта сприяє освоєнню учнями засобів художнього спілкування через виразні засоби музики, стимулює творчу та соціальну активність, орієнтує на приведення світу у відповідність з естетичним ідеалом, відбитим у музиці, і готує учнів до взаємодії та співпраці у сучасному соціокультурному просторі через участь у виконавській діяльності та різних соціально-культурних проєктах. Усі ці завдання можуть бути успішно реалізовані завдяки науково обґрунтованій організації освітнього процесу в системі загальної музичної освіти.

Список літератури:

1. Дін Чжен, Гао Ціньянь. Роздуми про психологічні засади взаємодії у процесі естетичного виховання у системі вищої освіти // *Journal of China University of Forestry and Technology (Social Science Edition)*. 2011. № 4. С. 137-139.
2. Е Лан. Естетичні засади. Пекін: Пекінський університет, 2009. 406 с.

3. Оуян Пентін. Просвітницькі аспекти конфуціанства та музична освіта// Література (Теоретичне видання). 2010. № 6. С. 8-10.
4. Сюе Хун. Естетичне виховання та розвиток студентів коледжу // Журнал Чунцинського університету (суспільні науки). 2017. № 23(5). С. 131-137.
5. Сюй Біхуей. Естетичне виховання: життєве та емоційне виховання // Інститут філософії Китайської академії суспільних наук. Філософські дослідження. 2016. № 12. С. 21-33.
6. Чжан Ліцзюнь. Взаємозв'язок естетичного виховання та музичної освіти у середній школі // Northern Music. 2018. № 3. С. 164- 165.
7. Чжао Лінлі. Просування цінності життя – нова теорія сучасного естетичного виховання. Ченду: Сичуань. Education Press, 2018. 103 с.

PHILOLOGICAL SCIENCES

MUHAMMAD FUZULI IN SALMAN MUMTAZ'S RESEARCH

Rufullayev G.

Associate professor

LANKARAN STATE UNIVERSITY, AZERBAIJAN

Head of the department of Azerbaijani language and Literature

ORCID № 0000-0002-1213-0676

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13619709>

Abstract

The article is dedicated to the work of Salman Mumtaz, one of the founders of Azerbaijani literary studies and folklore studies, who devoted his entire creative life to the study of national literature, an inseparable branch of world literary art. Salman Mumtaz conducted research on world-renowned figures such as Nizami Ganjavi, Imadeddin Nasimi, Mirza Shafi Vazeh, and many other writers and poets. One of the literary artists that Salman Mumtaz researched and valued as a national and spiritual wealth of our nation is the great Azerbaijani poet Muhammad Fuzuli (1494-1556). In 1925, he dedicated the article "Conqueror of Hearts" to the aforementioned poet, published in the 111th issue of the "Communist" newspaper dated May 18. Salman Mumtaz notes that M.Fuzuli came into being and acquired his talent through the mercy of nature. It is through nature's mercy that the qualities expressed by terms such as intelligence, genius, talent, and gift, which are used in the language of many nations. Nature bestows this quality only upon those it favors, those whom it loves and shows kindness to. Omirus in the ancient Greek country, Ferdowsi, the author of the famous "Shahname" in Iran, Moliere in France, Shakespeare in England, Navai in Turkestan, Muhammad Fuzuli in Azerbaijan are considered to be the favorite children of nature. When nature selects them, it does not consider wealth, power, status, or noble lineage; it does not differentiate between the rural or urban, nor does it discriminate based on race or nationality. At one moment, it transforms a simple villager from the town of Tus with sandals on his feet into Abul-Qasim Ferdowsi, reviving a dead nation through his genius, at another, it brings the butcher's son, Shakespeare, into existence, reigniting the dimming flame of English literature with his brilliance, it then elevates Moliere, the son of a quilt-maker, to bring joy to Western stages, leading the French to prosperity, it makes the ordinary accountant Alisher Navoi the leader of Chagatai and Tatar literature, and finally, it takes the relatively unknown Molla Muhammad Baghir from Azerbaijan and, bestowing upon him the exalted title of Sultan of Poets, Fuzuli, spreads the essence of Azerbaijani identity across the world.

Keywords: Salman Mumtaz's research, Fuzuli's artistry, the grace of nature, spiritual wealth.

The world-renowned Fuzuli, through his creative works, has captured the attention of many scientists worldwide, including Hammer, Hartman, Gibb, Huart, Lazarev, and Turkish scientists such as Ali Nihat Tarlan, Hasibe Mazioghlu, Abdulkadir Karahan, and Necmeddin Halil Onan. Salman Mumtaz is also among the researchers who studied this great artist, and the conclusions he presented serve as a significant source for subsequent studies.

Introduction - Salman Mumtaz and Muhammad Fuzuli. Salman Mumtaz (1874-1941), one of the founders of 20th-century Azerbaijani literary research and folklore studies, was born in the ancient city of Shaki, Azerbaijan, after losing his father at the age of three, he moved with his family to Ashgabat, Turkmenistan, returning to his homeland only in 1918. His interest in literature, combined with his proficiency in Russian, Arabic, Persian, and Urdu, gave him the ability to study the masterpieces of world literature's greatest artists. After returning to his homeland, he followed the history of the development of national literature and gathered comprehensive information about many literary figures, perhaps for the first time, presenting this knowledge to the academic community. He achieved significant success in the field of research until he became a victim of the repression of the Soviet empire in 1937. He conducted new scientific research

on the main representatives of classical literature, Nizami Ganjavi, Imadeddin Nasimi, Muhammad Fuzuli, Shah Ismayil Khatai, Mollah Panah Vagif and dozens of famous artists, and made them available to the scientific community. Salman Mumtaz conducted extensive research on various genres of folk literature and published his conclusions in this field in the form of articles. Regrettably, a large part of these invaluable samples of the people's speech treasure was destroyed due to his repression after 1937 and his death in prison in 1941 [4, 57-61]. One of the literary artists that Salman Mumtaz researched and valued as a national and spiritual wealth of our nation is the great Azerbaijani poet Muhammad Fuzuli. "Fuzuli is the most prominent representative of poetry in the Azerbaijani language during the medieval period of Azerbaijani literature. The poet carefully studied the rich culture created in various languages by the peoples of the Near and Middle East before him and observed his environment under the light of that culture, creating a rich and multifaceted legacy. Fuzuli, who created works with unattainable artistic features in various forms of Eastern poetry in Azerbaijani, Persian and Arabic languages, is distinguished above all by his deep humanism" Although he spent his entire life in the town of Karbala in Baghdad, he composed his famous works in his native Azerbaijani language, including the poem

"Leyli and Majnun," and contributed to the enrichment of Azerbaijan's spiritual heritage. For this reason, Salman Mumtaz dedicated the article "Conqueror of Hearts" to Muhammad Fuzuli, published in the 111th issue of the "Communist" newspaper on May 18, 1925.

Salman Mumtaz: "Geniuses are born from the grace of nature". The article begins with a verse from the poet Doctor Sanan, which introduces the theme of the article. It is emphasized in the poem that if the Sun needs years to acquire a single bright precious stone - pearl, durri-badakhshan, red Yemeni ring-brow, it takes centuries to make a gifted child a perfect speaker. In other words, geniuses are not born all the time, it takes centuries for their creation. Salman Mumtaz extends the idea from the poem, emphasizing that geniuses are not born all the time and that their emergence requires centuries. He notes in the article that "nature does not bestow such grace upon everyone at all times, nor does it look upon every person with such favor. Thousands of teachers and students from madrassas and higher education institutions have obtained certificates and diplomas after completing their education. However, only a small part of the city or town where they reside recognizes them. To achieve worldwide fame, the grace and mercy of nature are necessary" [7, 5]. It is precisely through the mercy of nature that qualities such as intelligence, genius, inspiration, talent, gift, and aptitude - terms used in many languages - are formed in many nations. Nature bestows this quality only upon those it favors and deems worthy, without any discrimination based on religion, race, nationality, etc. If we look closely, we see that many enlightened individuals from various cultures around the world have emerged, and the knowledge and spiritual treasures they have contributed have served not only their own people but also the advancement of humanity as a whole. Omirus in the ancient Greek country, Ferdowsi, the author of the famous "Shahname" in Iran, Moliere in France, Shakespeare in England, Navai in Turkestan, Muhammad Fuzuli in Azerbaijan are considered to be the favorite children of nature. As long as the world endures, humanity will remember these renowned figures, appreciating their multifaceted contributions and recognizing their role in shaping future generations correctly. Salman Mumtaz, as is evident, holds these world-famous talents in great esteem and notes that such figures gifted to humanity will not emerge again. When nature selects them, "it does not consider wealth, power, status, or noble lineage; it does not distinguish between rural and urban, nor does it discriminate based on race or nationality. At one moment, it transforms a simple villager from the town of Tus with worn sandals into Abul-Qasim Ferdowsi, reviving a dead nation through his genius, at another, it brings the butcher's son, Shakespeare, into existence, reigniting the fading flame of English literature with his brilliance, it then raises Moliere, the son of a quilt-maker, to bring joy to Western stages, leading the French to prosperity, it makes the ordinary accountant Alisher Navoi the leader of Chagatai and Tatar literature, finally, it takes the relatively unknown Molla Muhammad Baghir from Azerbaijan and, bestowing upon him the exalted title of Sultan of Poets,

Fuzuli, spreads the essence of Azerbaijani identity across the world..." [5, 338]. Salman Mumtaz, with a sense of pride, notes that Fuzuli's genius gaining worldwide fame has led other Azerbaijanis to stand in the same esteemed position. This event helps fill everyone with a sense of pride. It becomes clear from this that great artists who achieve global recognition are those who support the renaissance of their own national literature. The renaissance is an indicator of the formation of literature in a national spirit. Particularly, the tradition of writing and creating in one's native language is one of the main driving forces of the renaissance. His work has attracted the attention of many scientists worldwide, including Hammer, Hartman, Gibb, Huart, Lazarev, and Turkish scientists such as Ali Nihat Tarlan, Hasibe Mazioghlu, Abdulkadir Karahan, and Necmeddin Halil Onan. This is not only due to Fuzuli's unique art of language but also because of his ability to write and create in three languages - Arabic, Persian, and Azerbaijani - with the same intonation. However, since works written in Arabic and Persian gained more fame in the Middle Ages, there were few who wrote in their native language. The poet, striving to demonstrate the power of the native language, would write works in his mother tongue whenever possible and attempt to express its glory. Thus, in one of his works, Muhammad Fuzuli states that

O Feyz Rasan Arab Turku-Ajam,
Qildin Arabi-Afsah Ahli-Alam.
You did fusahayi-ajam, Isa,
Don't compliment in turki-zaban [5, 338].

The article highlights this literary example to express Muhammad Fuzuli's love for his native language. The eminent researcher said: "He cared for his native tongue like a parent thinking of their child's future, bringing light to their day and making the difficult easy," and provides another example of the work of the poet in the article:

Thus, in Persian verse, there's much composed with ease,

The poem is gentle, with a Turkish accent.

He composed the dialect-Turkish, the reception-verse,

Most of the time, alpha-namarbuti is uneven.

If I find success, I'll make this hardship light,
As in spring, from thorns, flowers bloom in sight
[5, 339].

One of the noteworthy points here is the information provided about the ethnicity of Muhammad Fuzuli. Salman Mumtaz states, "Although it is beyond the scope of our discussion, let us clarify which group of Turks the great Fuzuli belonged to. Since this is a disputed matter, I must present evidence from Fuzuli's own works: "The expectation is that, in general, the people of honor and respect, particularly the eloquent of Rum and the rhetoricians of the Tatars, will excuse this claim if the words in my expressions

are not adorned with the elegance of those lands, and if the verses in my poetry are not embellished with the subtleties and proverbs of those realms" [5, 339]. In one of his articles, Pasha Adiloghlu notes that "The great Fuzuli, who highlighted the differences between Turkish languages, referred to his own language as Turkish in the preface of his divan written in his mother tongue. He called Ottoman poets 'bulaghayi-Rum' and Central Asian artists 'fusahayi-Tatar.' Similarly, Sadiq bey Afshar referred to the Ottomans as 'bulaghayi-Rum' and the Central Asian Turks as 'fusahayi-Chagatai.'" [2]. From this, it can be concluded that M. Fuzuli was not a representative of the "bulagayi-Rum" or "fusahayi-Tatar" regions. Muhammad Fuzuli was an Azerbaijani Turk. Mehmet Fuat Koprulu, one of the Turkish scientists of Fuzuli, introduced him as an Azerbaijani poet in the preface he wrote for Fuzuli's divan in 1924 [8, 284]. Mehmet Omer Gazanchi writes, "The reason for Fuzuli's works being read with such interest is not only his ability to write in Arabic, Persian, and Turkish, but also the fact that the themes he addressed were different for that time, and the author approached events from a unique perspective." His language, being closer to the conversational style of Turkish and adhering correctly to the fundamental structures of the Turkish language, as well as his unique approach compared to poets of his time, further enhances the readability of his works. Although the influence of Azerbaijani and Kerkuk Turkish is clearly evident in the Turkish he used, the traces of Chagatai and Ottoman Turkish are also apparent" [3, 6].

Muhammad Fuzuli and folklore. Muhammad Fuzuli is a universal poet whose works enrich the global treasury of literature. He is also a beloved poet of the Turkish world. However, as Salman Mumtaz puts it, M. Fuzuli is a prominent representative of Azerbaijani literature, and this view is confirmed by the mentioned scientists in one way or another. Salman Mumtaz also firmly confirms this conclusion. In our opinion, this is the correct approach. This is because legends and discussions have been told from time to time about artists who emerged in Azerbaijan and were closely followed with interest in nearby and distant regions, as well as in the literary communities of the Near and Middle East and the global scientific circulation. Often, such artists not only drew inspiration from folklore throughout their creative careers but were also valued as significant sources for folklore themselves. The tales circulating about Nizami Ganjavi, Nesimi, Shah Ismail Khatai, and M.P. Vagif are prominent examples of this. Similarly, the folklore surrounding Muhammad Fuzuli characterizes him as a folkloric Azerbaijani and literary figure. One of the legends about him is called "Hind arx". The content of the legend is that Muhammad Fuzuli's family lived near the village of Hindarx in the Aghcabadi district, one of the ancient regions of Azerbaijan. This could have been one of the oldest settlements in our country, currently known as Boyat village in the Aghcabadi district. The issue of Fuzuli being from the Boyat region is consistently a topic of interest in sources. Salman Mumtaz himself unambiguously accepts that Fuzuli hailed from the

Boyat region [6, 7-20]. An architect from India, Fuzuli's father Suleyman, comes to the area where the man lives, stays there for a while, and marries Fuzuli's sister. During this time, to help the locals who are struggling to irrigate their fields, the Indian craftsman constructs a canal from the Gargar river to the fields. Following this, people settle in these newly fertile lands, and the village begins to be called Hindarx in honor of the Hindu engineer. Subsequently, due to disputes and disturbances with the neighbors, Suleyman and his family move to Karbala with the guidance of his son-in-law, the Hindu engineer.

This story circulating in the language of ordinary people once again confirms that Muhammad Fuzuli is an Azerbaijani.

Salman Mumtaz's research on Muhammad Fuzuli, one of the powerful figures in Azerbaijani literature, is of particular importance. The world-renowned artist is not only celebrated for his position in written literature but has also made exceptional contributions to the enrichment of Azerbaijani folklore. Today, expressions like "I offered a greeting, but they didn't accept it, saying it wasn't a bribe," "Fuzuli climbed the mountain out of sorrow, and they said: 'He must have gone to the highlands of fortune,'" and "Do not flow like water to everyone you see" are related to Fuzuli's art and personality. In Fuzuli's poems "Leyli and Majnun," "Dahname," as well as in his allegorical works such as "Bengu Bade," "Sahhat and Meraz," "Sohbetul-asmar," and "Seven glass," elements of folk epic traditions, legends, and narratives are reflected. In the work "Bengu Bade," the reference to the widely circulated "Sheikh Sanan" legend from Near Eastern folklore when discussing wine, the motifs of Noah's Ark, the Water of Life of the Prophet Khidr, and Jamshid's cup in "Seven glass," as well as Fuzuli's own expression at the beginning of "Sahhat and Meraz," where he says, "one of those who laid the foundation of the tale says and narrates...", and the use of narrative style, are examples of this [9].

Salman Mumtaz's research on representatives of Azerbaijani literature at the beginning of the 20th century was aimed not only at introducing well-known literary figures to the readership but also at ensuring that the entire Azerbaijani people would recognize and cherish their national heritage and spiritual wealth, which is the treasure of their literary legacy. Araz Dadashzade's thoughts on this matter are of great interest: "The great Fuzuli's poetry, of course, could not escape S. Mumtaz's attention. In his articles dedicated to the poet, Mumtaz discussed Fuzuli's Azerbaijani origin and the place of his poetry in the literature of Turkic-speaking peoples. One of Mumtaz's significant contributions in this field was the first scientific-critical edition of Fuzuli's Azerbaijani divan, based on the manuscript kept in Baku. This edition was compared by the prominent Soviet orientalist Y. Bertels with the manuscript copy in Leningrad." [1, 115].

Conclusion. Salman Mumtaz has rendered important services in the development of Azerbaijani literary studies.

At the beginning of the 20th century, there was a need for a systematic reexamination of the Azerbaijani

poet Muhammad Fuzuli, and in this context, Salman Mumtaz's articles and conclusions hold particular significance.

Salman Mumtaz's research on Fuzuli has been a significant source for further research.

References:

1. Dadashzada A. Salman Mumtaz. / Caravan of thought /. Baku, Azerneshr, 1984, p.348.
2. Adiloghlu Pasha. Poet, scientist and artist Sadiq Bey Afshar's letters: significant points about our history. 525th newspaper, October 21, 2015.
3. Mehmet Omer Gazanchi. Our great poet Fuzuli and his place in world literature. 525th newspaper.- 2016.- February 9.- P.6.
4. Ruffullayev Q. Proverbs and sayings in studies of Salman Mumtaz.

<https://ru.scribd.com/document/745486198/TURAN-SAM-62-compressed-521-537>, 57-61

5. Salman Mumtaz. Sources of Azerbaijani literature. / Compiled by Rasim Taghiyev / Baku, Yazichi, 1986, p.440.

6. Salman Mumtaz. Azerbaijani literature, number 13, Ashiq Abdulla, XI century-Hijri, Baku, Azerneshr, 1927, p.7-20.

7. Salman Mumtaz. Conqueror of hearts. "Communist" newspaper, №111, May 18, 1925, 5.

8. Safarli A., Yusifov X. Ancient and medieval Azerbaijani literature. Baku, Maarif, 1982, p.388.

9. Verdiyev Imran. Muhammad Fuzuli and folklore - to the 530th anniversary of Great Fuzuli. "Literature and art", 28.03.2024.

PHYSICAL SCIENCES

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE LOCATION OF POTENTIALLY DANGEROUS OBJECTS IN THE ZONE OF REGIONAL ARMED CONFLICT

Dembitskyi V.

PhD student of NTUU "KPI named after I. Sikorsky", Kyiv

Kratko O.

Junior Researcher of the Special Design Bureau "Storm",

NTUU "KPI named after I. Sikorsky", Kyiv

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13619749>

Abstract

The article discusses the provisions of the methodology for determining the location of potentially dangerous objects in the zone of regional armed conflict.

Keywords: location determination, potentially dangerous object.

Statement of the problem in general. The results of the analysis of research in the field of seismic location [1] made it possible to conclude that it is expedient to use signaling devices (SZ) to solve the problems of environmental monitoring, the solution of which will ensure the implementation of the functions of automatic detection and location (VMP) of potentially dangerous objects (PNO) in the zone of regional armed conflict with the possible occurrence of an emergency at the facility:

- determination of PNO coordinates taking into account the sphericity of the seismic wave propagation front, which reduces the systematic error of the VMP;

- reduction of the ambiguity of the VMP that arises when solving the system of nonlinear equations by which the coordinates are determined.

The purpose of the publication is that the result of solving these problems is the developed model of VMP [2], which is based on the functioning of the Seibel direction finder. The model is designed to determine the coordinates of an object by a triad of seismic sensors while removing the restriction on the topology of the triad of reception points. At the same time, the VMP has the following features:

- only passive means are used;
- there is no accurate a priori information about the parameters of the signal from the object and its coordinates;
- the need to determine the coordinates at all points of the sensitive area of the locator;
- invariance of the topology of reception points on the ground.

However, the question of unambiguous solution of the coordinometric problem for the VMP PNO has not been found, which determined the purpose of the work.

Analysis of the latest research and publications, in which the solution of this problem was initiated and on which the author relies. The fourth task needs to be solved. Let us give a brief description of the VMP model in accordance with the publication [1]. The task of determining the coordinates of the PNP in the zone of regional armed conflict, as an object of location, on the plane according to a set of measured values of range differences with respect to several pairs of passive non-directional receivers, which are located at fixed points,

is reduced to a mathematical formulation. There is a set of fixed points A, B, C , given by their coordinates $\langle x_A, y_A \rangle, \langle x_B, y_B \rangle, \langle x_C, y_C \rangle$ respectively in some system Coordinate. With respect to the point D , the coordinates of which are to be determined, it is known that the difference in the distances from it to pairs of points I and J is equal to $\Delta r_{IJ} \equiv |ID| - |JD|$ ($I, J \in \{A, B, C\}$). The described general algorithm for determining coordinates involves the calculation of the roots of a system of nonlinear equations that relate the initial data to the coordinates of a point D [2].

In the xOy coordinate system, the hyperbola lines are given by a system of three equations that describes the position of the location object when using three receivers with an arbitrary topology. The solution to the system of equations is several roots, among which are the coordinates of the point of location of the object on the plane. So, to determine the coordinates, it is necessary to use three passive receivers, which will allow you to control two parameters of the object, namely: range differences between the location of the object and the reception points. The parameters define the hyperbola lines and the bearing line, which are the lines of the object's position. A prerequisite for determining the coordinates is to obtain the coordinates of the point of intersection of one of the hyperbola lines and the bearing line

$$y = y_0 + x \operatorname{tg} \gamma,$$

where y_0 - is the ordinate of the crossing of the bearing line of the Oy axis ;

g is the bearing angle of the PNO, the definition of which is given in [2].

The line of position of the source of a powerful seismic signal due to an explosion, such as a munition, as the PNO of the location, crosses the Ox axis at an angle g and passes through the observation point $F(x_F, y_F)$, which has variable coordinates relative to the center of the coordinate system. It is necessary to find the coordinates of the point that is the intersection of the lines of the hyperbola and the line.

When simultaneously transferring the origin of the coordinate system to a point $Y_0(0, y_0)$ and rotating the coordinate axes by an angle γ (Fig. 1), the coordinate transformation equation have the form of

$$\begin{cases} x = x' \cos \gamma - y' \sin \gamma; \\ y = y_0 + x' \sin \gamma - y' \cos \gamma, \end{cases}$$

where are x', y' the coordinates of the PNO (point D) in the coordinate system.

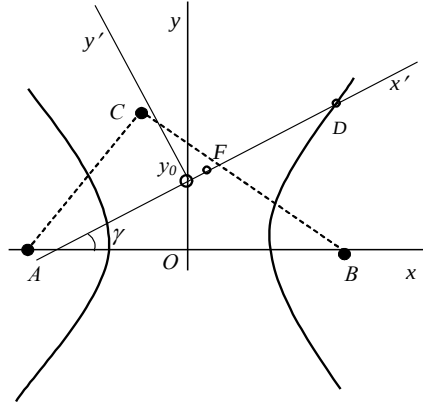


Figure 1 – Determination of PNO coordinates at point D: , , – points of reception of signals by seismic sensors

Since, as a result of the transformation of the coordinate system, the line of the line (bearing) is collinear of the axis $O'x'$, the system of equations, taking into account the considered system of equations, is given in the $x'O'y'$ coordinate system, equating the value of the variable zero [1]

$$\begin{cases} a_1(x' \cos \gamma)^2 + b_1(y_0 + x' \sin \gamma)^2 + f_1 = 0; \\ a_2(x' \cos \gamma)^2 + b_2(y_0 + x' \sin \gamma)^2 + c_2(x' \cos \gamma)(y_0 + x' \sin \gamma) + \\ \quad + d_2(x' \cos \gamma) + e_2(y_0 + x' \sin \gamma) + f_2 = 0; \\ a_3(x' \cos \gamma)^2 + b_3(y_0 + x' \sin \gamma)^2 + c_3(x' \cos \gamma)(y_0 + x' \sin \gamma) + \\ \quad + d_3(x' \cos \gamma) + e_3(y_0 + x' \sin \gamma) + f_3 = 0. \end{cases}$$

It should be noted that functionally the equations of the system are interconnected through certain parameters γ, y_0 and range differences. Therefore, in the future, it is possible to apply only one equation. As a result of the transformation of the first equation of this system,

$$x'^2(a_1 \cos^2 \gamma - \sin^2 \gamma) - x'2y_0 \sin \gamma - y_0^2 + f_1 = 0.$$

Coordinates are determined in the $x'O'y'$ coordinate system. Determine the coordinates of the point of intersection of the lines of the position of the PNO when taking into account $x' = L$. Then, equations are obtained that describe the coordinates of the object's location (Tables 1, 2) [1].

Table 1

Model of two-digit determination of the coordinates of an object

Parameter	Mathematical expression of a parameter	Number Formula
Distance from the observation point (the point of intersection of the ordinate axis with the bearing $Y_0(0, y_0)$) to the PNO	$L_1 = \frac{y_0 \sin \gamma + \sqrt{y_0^2 \sin^2 \gamma - (a_1 \cos^2 \gamma - \sin^2 \gamma)(f_1 - y_0^2)}}{(a_1 \cos^2 \gamma - \sin^2 \gamma)}$ $L_2 = \frac{y_0 \sin \gamma - \sqrt{y_0^2 \sin^2 \gamma - (a_1 \cos^2 \gamma - \sin^2 \gamma)(f_1 - y_0^2)}}{(a_1 \cos^2 \gamma - \sin^2 \gamma)}$	(1)
PNO bearing cut (Saibel pseudobearing)	$\gamma = \arctg((2a\Delta r_{AC} - (a + x_3)\Delta r_{AB})/(y_3\Delta r_{AB}))$	(2)

Ordinate of intersection of the bearing line of the ordinate axis	$y_0 = y_F - x_F \operatorname{tg} \gamma = \frac{y_3^2 + r_{AC} r_{AB} - r_{AC}^2 - a^2}{2y_3}$	(3)
---	--	-----

Table 2

Notations that are accepted in Table. 1

Accepted designations	Description of the designation
$\begin{cases} x_F = -(2a\Delta r_{AC} - (a + x_3)\Delta r_{AB})(a^2 + \Delta r_{AC}^2 - \Delta r_{AC}\Delta r_{AB} - d^2)\Delta r_{AB} / 2Z; \\ y_F = -y_3(4a^2 - \Delta r_{AB}^2)(a^2 - d^2 + \Delta r_{AC}(\Delta r_{AC} - \Delta r_{AB}))/2Z. \end{cases}$ where $d = \sqrt{x_3^2 + y_3^2}$; $Z = 4a^2(y_3^2 + \Delta r_{AB}\Delta r_{AC} - \Delta r_{AC}^2) - \Delta r_{AB}^2(a^2 + d^2) + 2ax_3(2\Delta r_{AC}\Delta r_{AB} - \Delta r_{AB}^2)$	Coordinates of Observation Point F
$\Delta r_{AB} - \Delta r_{AC} = -\Delta r_{BC},$ where $\Delta r_{AB} = t_{AB}V_c$; $\Delta r_{AC} = t_{AC}V_c$; $\Delta r_{BC} = t_{BC}V_c$	Parameters that are controlled when determining coordinates
$a_1 = (2a / \Delta r_{AB})^2 - 1$; $b_1 = -1$; $f_1 = (\Delta r_{AB} / 2)^2 - a^2$	Variables Defined by Hyperbola Parameters
$A(-a, 0), B(a, 0), C(x_3, y_3)$; $a = \frac{ AB }{2}$, $b = \frac{ AC }{2}$, $c = \frac{ BC }{2}$	Topology points and bases of reception points

Note: t_{AB} , t_{AC} , t_{BC} – the delay time of wave propagation between the reception points, which are located at the points A , B , C ; V_c – is the average value of the seismic wave propagation velocity.

In comparison with the method of successive approximations in determining the coordinates of an object, the considered model allows to obtain an accurate analytical solution of the system of hyperbolic equations for determining the coordinates of an object by a triad of reception points in the absence of iterative procedures that make it impossible to process a significant flow of data on a real-time scale. Compared to the method of accurate analytical determination of the bearing of the object, the model allows you to determine the distance to the object in addition to the bearing. Compared to the methods of accurate analytical calculation of the coordinates of the object, in this model the restrictions on the type of topology of reception points are removed, and the bearing of the object is applied, which uniquely determines its location.

Presentation of the main material. It is expedient to use the considered model of VMP, which works for any sensor topology. To implement the function of the VMP in the environmental monitoring system, it is necessary to install the SZ of border protection on the demarcation line not in one line, but in two lines, Fig. 2.

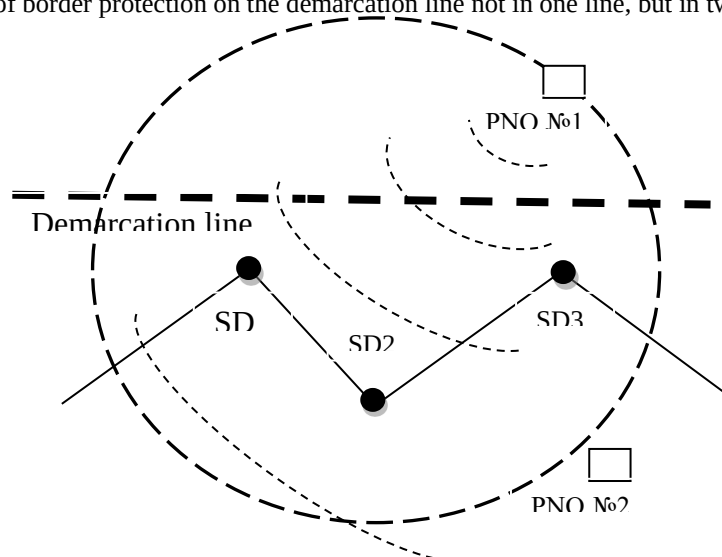


Figure 2 – Layout of SZ sensors on the demarcation line of the regional armed conflict zone: SD – alarm sensor; PNO is a potentially dangerous object

$$N_1 = \left| L_p^2 - (X_j - L_1 \cos(\gamma))^2 - (L_1 \sin(\gamma) + y_0)^2 \right|, \quad (2)$$

$$N_2 = \left| L_p^2 - (X_j - L_2 \cos(\gamma))^2 - (L_2 \sin(\gamma) + y_0)^2 \right|, \quad (3)$$

where N_1, N_2 are the modulus of the difference of the squares of the radii of the circles, as the lines of the position of the PNO, determined by the parameters of time and power.

The criterion for the unambiguous determination of coordinates is the solution of the system of inequalities

$$L = \begin{cases} L_1, & N_1 < N_2 \\ L_2, & N_2 < N_1 \end{cases}, \quad (4)$$

According to criterion (4), choose one of the distances for which the square of the difference in distances will be the smallest, such a distance will be true, and the solution will be unambiguous.

The essence of the model for reducing the ambiguity of the determination of the PNO coordinates by a three-position passive seismic means is to determine the bearing of the PNO by the triad of reception points of an arbitrary topology and differs in that the sought coordinates are determined as the coordinates of the point of intersection of the hyperbola and bearing lines, which are the lines of position of the PNO, while ensuring the invariance of calculations to the topology of reception points and reducing the ambiguity of determining the coordinates. This reduces the probability of gross mistakes due to the ambiguity of the solution of the coordinometric problem. In this case, the control parameters are the delay time of wave propagation between the receiving points and the signal strength at the two reception points.

Taking into account the above, the methodology for determining the location of potentially dangerous objects in the zone of regional armed conflict is implemented according to the following algorithm:

1. Place three seismic sensors at spaced points $A(-a, 0)$, $B(a, 0)$, $C(x_C, y_C)$ of arbitrary topology.
2. Receive signals to all three non-directional sensors at times t_A ; t_C ; t_B .
3. Two independent differences in the time t_{AB} ; t_{AC} of signal reception are measured by pairs of sensors

that form measuring bases $a = \frac{|AB|}{2}$, $b = \frac{|AC|}{2}$, $c = \frac{|BC|}{2}$.

4. Calculate exactly the angle of the Seibel bearing according to the formula (2) Table. 1 $\gamma = \arctg((2at_{AC} - (a + x_3)t_{AB})/(y_3 t_{AB}))$.

5. Make equation (1) table. 1 to calculate the distance to the PNO by the parameter of the difference in the time of signal reception and determine it

$$L_1(L_2) = \frac{y_0 \sin \gamma \pm \sqrt{y_0^2 \sin^2 \gamma - (a_1 \cos^2 \gamma - \sin^2 \gamma)(f_1 - y_0^2)}}{(a_1 \cos^2 \gamma - \sin^2 \gamma)}.$$

7. If the decision under clause 5 is ambiguous, then according to the criterion $L = \begin{cases} L_1, & N_1 < N_2 \\ L_2, & N_2 < N_1 \end{cases}$, ac-

ording to the parameter of signal strength, one of the two distances is selected, the latter is taken as the true unambiguous VPM PNO.

8. At certain coordinates, a target designation is issued for deployment along with optical, thermal imaging surveillance equipment, or a UAV flight is carried out in order to detect signs of an emergency.

The determination of coordinates is carried out on the basis of the functioning of the Seibel direction finder with the addition of processing of signal strength values at reception points.

Conclusion. Thus, the methodology for determining the location of potentially dangerous objects in the zone of regional armed conflict has been improved, which is distinguished by obtaining analytical dependencies for the unambiguous determination of PNO coordinates due to the complex processing of time and amplitude parameters of the signal of a three-position seismic monitoring instrument. The use of the model made it possible to increase the efficiency of automatic detection of PNW in the zone of regional armed conflict under the influence of VTN due to ensuring the invariance of the topology of the three seismic signal reception points and reducing gross monitoring errors due to the ambiguity of the coordinates.

The validity and reliability of scientific results, conclusions and recommendations is ensured by the correct use of the tested mathematical apparatus, the completeness of taking into account reliable initial data and the definition and observance of appropriate restrictions and assumptions, the convergence of theoretical provisions with the results of modeling when using the current software, as well as when applying the current principles for verifying the reliability of the results.

Prospects for further research in this direction. The considered technique does not provide reliable data with significant fluctuations in the speed of the seismic wave in the direction of different sensors. Therefore, it is promising to develop a method for compensating for the error of calculations due to the variation of this speed.

References:

1. Seismoclastic fiber-optic telecontrol of distributed security areas: monograph / I. S. Katerynychuk, M. I. Lysyi, V. G. Solonnikov – Khmelnytskyi: Publishing House of the National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine named after B. Khmelnytsky, 2013. – 162 p.
2. Stalemate. RU 2258242 C2, IPC G01S 3/46, 11/02. Difference-Range-finder Method of Direction Finding of a Radio Emission Source and Its Implementing Device / Saibel A. G., Patent Holder of the Military Institute. -cosm. acad. – № 2003118800/09; declared. 23.06.2003; publ. 10.08.2005
3. Supplementary material related to this article can be found online at <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2018.08.034>. References Aleqabi, G.I., Wyssession, M.E., Ghalib, H.A.A., 2015. Characterization of seismic sources from military operations in Urban Terrain (MOUT): examples from Baghdad. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 106, 23–41.
4. Arrowsmith, S., Whitaker, R., Le Pichon, A., Cansi, Y., Brachet, N., Charbit, M., Park, J., Stump, B., Che, I.-Y., 2012. Development and validation of infrasound data processing algorithms. In: *Proceeding of the 2012 Monitoring Research Review: Ground-Based Nuclear Explosion Monitoring Technologies 2*, pp. 665–675.
5. Beyreuther, M., Barsch, R., Krischer, L., Megies, T., Behr, Y., Wassermann, J., 2010. ObsPy: a Python toolbox for seismology. *Seismol. Res. Lett.* 81 (3), 530. Blom, P., 2013. Interaction of the Cyclonic Winds with the Infrasonic Signal Generated by a Large Maritime Storm. Dissertation, University of Mississippi. ProQuest/UMI (UMI No. 3567512).
6. Blom, P., Waxler, R., 2012. Impulse propagation in the nocturnal boundary layer: analysis of the geometric component. *J. Acoust. Soc. Am.* 131 (5), 3680–3690.
7. Ceranna, L., Le Pichon, A., Green, D.N., Mialle, P., 2009. The Buncefield explosion: a benchmark for infrasound analysis across Central Europe. *Geophys. J. Int.* 177, 491–508.
8. Chunchuzov, I., Kulichkov, S., Popov, O., Hedlin, M., 2014. Modeling propagation of infrasound signals observed by a dense seismic network. *J. Acoust. Soc. Am.* 135 (1), 38–48.
9. Chung, J.-K., Yeh, Y.T., 1997. Shallow crustal structure from short-period Rayleighwave dispersion data in southwestern Taiwan. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 87 (2), 370–382.
10. ESI SAS (Earth Science Institute of The Slovak Academy of Sciences), 2004. National Network of Seismic Stations of Slovakia. Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ.
11. Evers, L.G., Ceranna, L., Haak, H.W., le Pichon, A., Whitaker, R.W., 2007. A seismoacoustic analysis of the gas-pipeline explosion near Ghislenghien in Belgium. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 97, 417–425.
12. Fuchs, F., Kolínský, P., Gröschl, G., Bokelmann, G., The AlpArray Working Group, 2016. AlpArray in Austria and Slovakia: technical realization, site description and noise characterization. *Adv. Geosci.* 43, 1–13.
13. Grácz, Z., Szanyi, G., Bondár, I., Czanik, C., Czifra, T., Gyori, " E., Hetényi, G., Kovács, I., Molinari, I., Süle, B., Szucs, " E., Wetztergom, V., Wéber, Z., the AlpArray Working Group, 2018. AlpArray in Hungary: temporary and permanent seismological networks in the transition zone between the Eastern Alps and the Pannonian basin. *Acta Geod. Geophys.*
14. Green, D.N., Vergoz, J., Gibson, R., le Pichon, A., Ceranna, L., 2011. Infrasound radiated by the Gerdec and Chelopechene explosions: propagation along unexpected paths. *Geophys. J. Int.* 185, 890–910.
15. Hedlin, M., Drob, D.P., 2014. Statistical characterization of atmospheric gravity waves by seismoacoustic observations. *J. Geophys. Res., Atmos.* 119 (9), 5345–5363.

CRACK MODEL IN GRAPHENE CONCRETE

Yurov V.

Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor
KarTU, Karaganda, Kazakhstan

Zhangozin K.

Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor,
TSK Vostok LLP, Astana, Republic of Kazakhstan

Kargin D.

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
NAO "L.N. Gumilyov Eurasian National University",
Astana, Kazakhstan<https://doi.org/10.5281/zenodo.13619789>**Abstract**

A model of nanocracks in concrete is proposed. The length of a nanocrack is taken as the thickness of the surface layer of a solid, which is from 1 to 6 nm for metals and about 60 nm for standard concrete, i.e. it represents a nanostructure. For standard concrete: $L_{nm} = 60$ nm; $L_{\mu m} = 6$ microns; $L_C = 0.6$ mm. These data are typical without external load, without changing the environment. The number of cracks in concrete in the nanostructure region I is 10^5 , in the mesoscopic region II is 10^7 and in the pre-destruction region III is about 10^9 . Adding graphene and graphene oxide to the cement mortar significantly strengthens (by 4-5 times) standard concrete and reduces the number of nanocracks.

Keywords: model, concrete, cement, nanocrack, nanostructure, graphene.

Introduction

Cracks in concrete, which determine their durability, have been studied for a very long time. Theoretical and experimental methods for studying cracks in concrete can be found in recent dissertations, monographs and reviews [1-9]. But none of them talk about nanocracks, their length and their further development, up to the destruction of concrete.

In minerals, the formation of nanocracks was recently discovered in works [10, 11] using the fractoluminescence method. The essence of the method is that when a mineral is destroyed, atomic bonds on the surface are broken and a luminescence signal appears within 1 to 2 nanoseconds. In this case, surface dislocations create primary nanocracks with a length of 10 to 30 nm. In works [12, 13], we proposed a model for the formation of nanocracks in metals and alloys. The essence of this model is that the surface layer of a metal (like all solids) is a nanolayer (1 to 6 nm in size for a

metal), the properties of which differ from the properties of the bulk phase. The surface layer of a solid leads to the formation of nanocracks and the destruction of structural materials.

The purpose of this article is to propose a model for the formation of nanocracks in standard concrete, the kinetics of their development up to its destruction.

Nano cracks in concrete

Concrete consists of cement paste, which is a porous and hierarchical material with different phases. When cement powder is mixed with water, the hydration reaction results in the formation of the main chemical products: calcium silicate hydrate (C-S-H), calcium hydroxide (CH), ettringite, and monosulfaluminate. C-S-H accounts for approximately 70% of the fully hydrated products and is the main contributor to the mechanical strength of the material [14]. The silicate phases react with water to form calcium hydroxide and a rigid calcium silicate hydrate gel, the C-S-H gel [15]:



The thickness of the surface layer of a solid $R(I)$ and the length of nanocracks L_{nm} are given by the formula [16]:

$$R(I) = L_{nm} = 0,17 \cdot 10^{-9} \cdot \alpha \cdot v \text{ [m]}. \quad (3)$$

In equation (3) it is necessary to know one parameter – the molar volume of the element, which is equal to $v = M/\rho$ (M is the molar mass, ρ is its density), $\alpha = 1 \text{ m}^{-2}$ is a constant to maintain the dimensionality ($R(I)$ [m]). Considering that the rigid calcium silicate gel of the C-S-H hydrate is a homogeneous solid solution, it is easy to estimate the molar mass from equations (1) and (2) – $M_1 = 1070$ g/mol; $M_2 = 922$ g/mol. The crystal structure obtained from equation (2) is closer to the mineral tobermorite [17], which is a layered crystalline

form of calcium silicate. The density of the C-S-H gel is closely related to the water content in the pores of the gel. Neutron and X-ray scattering methods were used to determine with high accuracy [18] the density and water content of saturated globules. The density is 2.604 g/cm^3 ,

The thickness of the surface layer of the C-S-H gel according to equation (3) is equal to $L_{nm} = R(I) = 60.3$ nm, and the number of layers is $n = R(I)/a$ (a is the interlayer distance, equal to $a = 1.4$ nm [15]). This means that the number of C-S-H layers is $n = 43$. According to our work [16], the diagram of the crystalline form of calcium silicate will look like that shown in Fig. 1a, and the silicate chain (monolayer of calcium silicate) is shown in Fig. 1b.

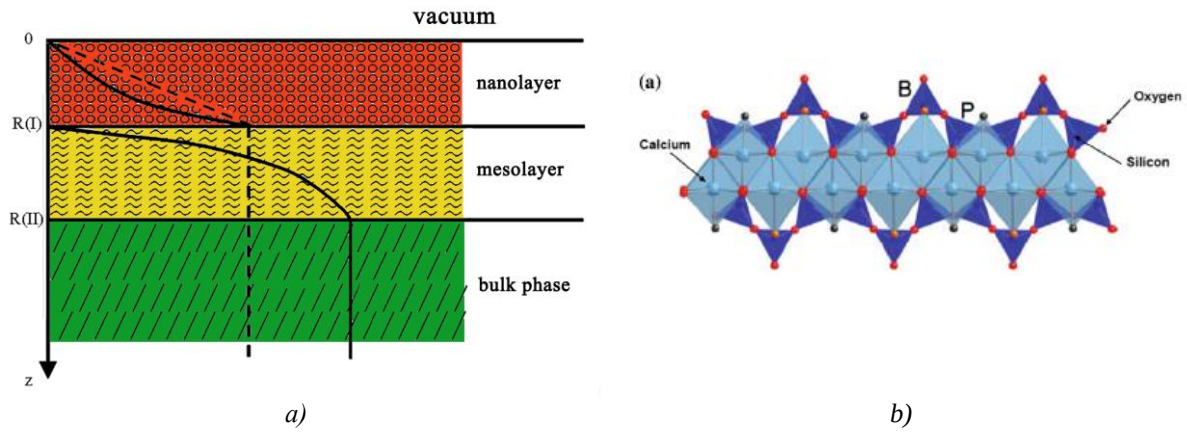


Figure 1. Scheme of a solid: nanolayer $\rightarrow$ mesolayer $\rightarrow$ bulk phase (a); scheme of the C-S-H layer showing the Ca-O core layer with a silicate tetrahedron attached on both sides. The silicate chain, calcium octahedron and oxygen atoms are shown as dark blue, light blue tetrahedron and red spheres, respectively (b) [15].

The thickness of the surface gel layer and the length of the C-S-H nanocracks are equal to $L_{nm} = R(I) = 60.3 \text{ nm}$ ($< 100 \text{ nm}$), i.e. it represents a nanostructure according to Gleiter [19]. The length of the nanocrack in equation (3) reflects the feature that it is associated not only with the geometry of the crystal lattices, but

$$L_C = 10^2 L_{\mu m} = 10^4 L_{nm} = 0,17 \cdot 10^{-5} \cdot M / \rho [\check{e}]. \quad (4)$$

where L_{nm} , $L_{\mu m}$, L_C – length of nanocracks, mesocracks and critical length of cracks before destruction of a solid.

So, for standard concrete: $L_{nm} = 60 \text{ nm}$; $L_{\mu m} = 6 \text{ microns}$; $L_C = 0.6 \text{ mm}$. These data are typical without

also with the physical properties of the crystals, namely: the type of chemical bond; porosity, anisotropy and other properties. If we consider Fig. 1a, then in work [13] we showed that the evolution of nanocracks occurs according to the law:

external load, without changes in the environment (temperature, humidity, etc.). Fig. 2 shows the kinetic diagram of fatigue destruction of artillery barrels [20] (in our case, concrete). In this case, the initial and last sections represent a linear function.

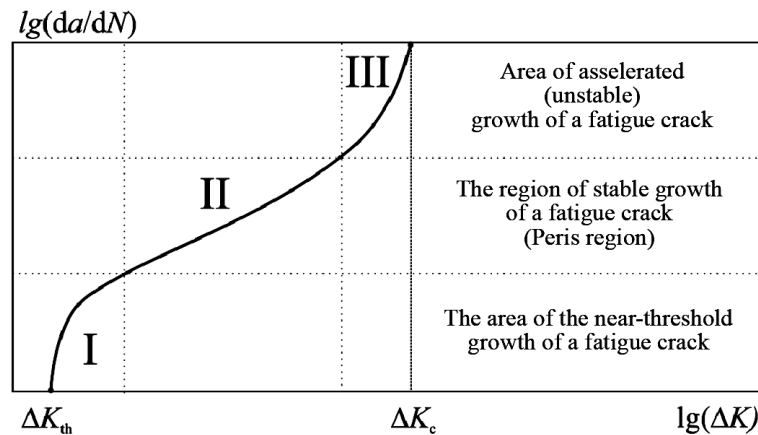


Figure 2. Kinetic diagram of concrete destruction [20].

The diagram shown in Fig. 2 is an S-curve, similar to the line from the theory of catastrophes [21]. If we take the function $L(N)$ as the coordinate of the concrete destruction process, where N is the number of cracks, and select the density of concrete $\square$ and $G/F(I)$ as the

$$L(N) = 0.25N^4 - 0.5\rho N^2 - G / F(I) \cdot N. \quad (5)$$

Let us move on to a dynamic system in equation (5), that is, we will consider the crack as a gradient function:

$$\frac{dL(N)}{dt} = \frac{\partial L(N)}{\partial N} = N^3 - \rho N - G / F(I) = 0. \quad (6)$$

Equation (6) is analytically similar to the equation of classical mechanics for the motion of a body in a viscous friction medium. The process of transition from

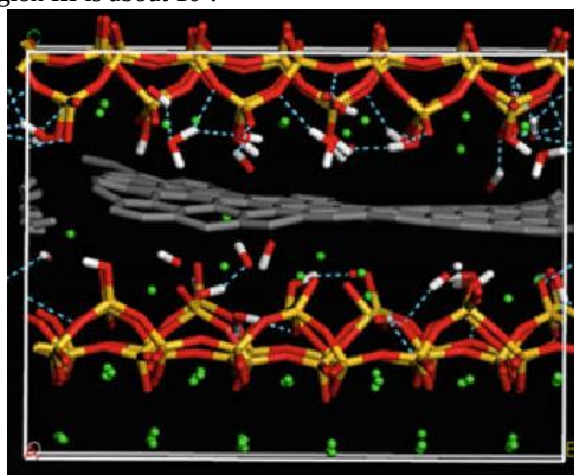
one state to another is smooth, similar to an S-shaped curve (Fig. 2). Calculating equation (6) using Cardan's formula, we obtain for the number of cracks in concrete

$N \approx 10^7$, characteristic of the mesolayer. The middle part of curve II in Fig. 2 was first described by Peris [22]:

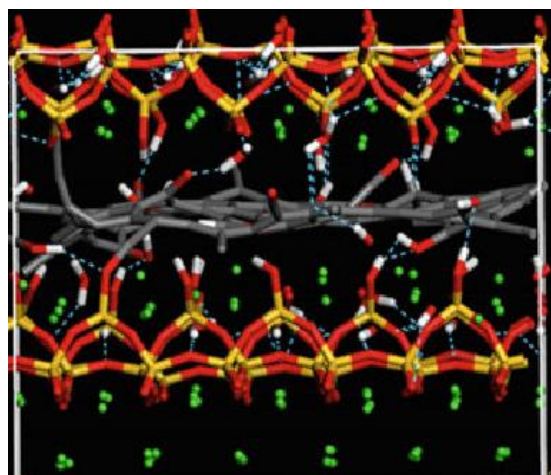
$$\frac{dL(N)}{dt} = \dot{N}(\Delta E_c)^4, \quad (7)$$

where K is the stress intensity factor per cycle; C is the material constant. Both of these values should be determined experimentally.

Equation (4) shows: the number of cracks in concrete in the nanostructure region I is 10^5 , in the mesoscopic region II is 10^7 , and in the pre-destruction region III is about 10^9 .



a)



b)

Figure 3. Structure of G/C-S-H and GO/ C-S-H [15]

It can be seen from Fig. 3 that graphene and graphene oxide are embedded in the interlayer space. Graphene and GO confined in the interlayer region of C-S-H gel exhibit different morphologies. In graphene, the carbon atoms ordered in the xy plane are distributed away from the C-S-H surface. No expansion along the z-direction is observed at the graphene/C-S-H interface in Fig. 3a. On the other hand, as shown in Fig. 3b, the protruding hydroxyls on both sides of GO indicate the C-S-H interface. The C-C bonds in GO are stretched in the z-direction, and the graphene sheet is damaged to some extent. Compared with standard concrete, the R(I) and R(II) values are halved and the elastic parameters of concrete are changed. The addition of graphene and graphene oxide to cement mortar significantly strengthens standard concrete (4-5 times) and reduces the amount of nanocracks.

Conclusion

The theory of cracks began to develop in the 20s of the last century and continues to develop to this day. A number of models of crack formation are presented in reviews [1-9]: the Griffiths model, Zener-Straw-Petch, Cottrell, Ballough-Gilman, Orvan-Straw, Koble, Nabarro-Herring and some others. However, none of the models presents the calculation of the crack length and its evolution. Our model shows that any body with a surface cannot be represented as an unlimited body - a technique known from classical mechanics. Cracks do not occur there. The difference in the interaction of near-surface atoms from the atom inside the solid leads to the occurrence of nanocracks, the evolution of which

Since nanocracks always form when a surface layer is formed in a solid, it is possible to come up with a case of crack inhibition. This area includes modification of concrete by diluting cement with mineral nanopowders, among which, at present, graphene nanopowders are occupied [23]. In our work [24], we also obtained results on improving the properties of concrete (reducing nanocracks) with the addition of graphene obtained by liquid-phase exfoliation of graphite [25]. The structure of C-S-H obtained by molecular dynamics (MD) [15] with graphene (G) and graphene oxide (GO) is shown in Fig. 3.

under certain conditions leads to the destruction of the solid. Our model, which is in development, allows us to determine the length of cracks in solids.

This scientific article was published as part of the grant funding for 2024-2026 IRN No. AP32488258 "Development of an innovative technology for obtaining graphene by intercalating graphite with microcluster water and modifying HTSC ceramics with graphene" (the study is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan).

References:

1. Aruova L.B. Theoretical and practical aspects of combined solar thermal treatment of concrete in the conditions of dry hot climate of the Republic of Kazakhstan. - Diss. of Doctor of Technical Sciences, Moscow, 2006. - 242 p.
2. Mominova S.M. Development of technology for the production of gas silicate concrete based on phosphorus slags and polymineral sands in combination with natural wollastonite. - Diss. Doctor of Philosophy (PhD), Shymkent, 2021. - 155 p.
3. Elshibaev A.A. Study of low-temperature characteristics of asphalt concretes and polymer asphalt concretes. - Diss. Doctor of Philosophy (PhD), Almaty, 2022. - 121 p.

4. Ledenev V.V. Deformation and destruction of foundations, foundations, building materials and structures (theory, experiment): monograph - Tambov: Publishing center of FGBOU VO "TSTU", 2021. - 463 p.
5. Kuznetsov V.S. Reinforced concrete and stone structures. - M.: ASV Publishing House, 2022. - 360 p.
6. Lapshinov A.E. Strength and deformability of concrete columns reinforced with non-metallic composite reinforcement. - Diss. Cand. of Technical Sciences, Moscow, 2023. - 166 p.
7. Mehndi S.M., Khan M.A., Guide S.A. Causes and evaluation of cracks in concrete structures // International Journal of Technical Research and Applications, 2014, Vol. 2, Issue 5. - P. 29-33.
8. Hsu Th.T.C. (Editor). Concrete Structures in Earthquake. - Springer Nature Singapore, Pte Ltd, 2019. - 410 p.
9. Askar M.K., Al-Kamaki Y., Ferhadi R. and Majeed H.K. Cracks in concrete structures causes and treatments: a review // Journal of University of Duhok, 2023, Vol. 26, No.2. - P. 148-165,
10. Vettegren V.I., Ponomarev A.V., Kulik V.B. et al. Destruction of quartz diorite under friction // Geophysical research, 2020, Vol. 21, No. 4. - P. 35-50.
11. Vettegren V.I., Ponomarev A.V., Kulik V.B. et al. Nanocracks during oligoclase destruction // Physics of the Earth, 2021, No. 6. - P. 87-92.
12. Yurov V.M., Goncharenko V.I., Oleshko V.S. Study of primary nanocracks of atomically smooth metals // Letters to JTF, 2023, vol. 49, issue 8. - P. 35-38.
13. Yurov V.M., Goncharenko V.I., Oleshko V.S. Primary nanocracks in nitrides, borides and carbides of refractory metals // Physicochemical aspects of the study of clusters, nanostructures and nanomaterials, 2023, Issue 15. - P. 328-337.
14. Richardson I.G. The calcium silicate hydrates // Cement and Concrete Research, 2008, Vol. 38(2). - P. 137-158.
15. Hou D. Molecular Simulation on Cement-Based Materials. From Theory to Application. - Science Press and Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2020. - 197 c.
16. Yurov V.M. Surface layer thickness of atomically smooth crystals // Physicochemical aspects of the study of clusters, nanostructures and nanomaterials. - 2019. - issue. 11. - P. 389-397.
17. Hamid S. The crystal structure of the 11 Å natural tobermorite $\text{Ca}_{2.25}\text{Si}_3\text{O}_{7.5}(\text{OH})_{1.5} \cdot \text{H}_2\text{O}$ // Zeitschrift für Kristallographie, 1981, Vol. 154. - P. 189-198
18. Allen A.J., Thomas J.J. and Jennings H.M. Composition and density of nanoscale calcium silicate hydrate in cement // Nature Material, 2007, Vol. 6. - P. 311-316.
19. Gleiter H. Nanostructured materials: basic concepts and microstructure // Acta mater., 2000, V. 48. - P. 1-29.
20. Yurov V.M., Ibatov M.K., Portnov V.S. On the issue of survivability of artillery gun barrels at the nanolevel // Bulletin of the National Defense University named after the First President of the Republic of Kazakhstan - Elbasy, 2022, No. 1 (93). - P. 135-140.
21. Poston T., Stewart I. Catastrophe Theory and Its Applications. Dover Publications, Incorporated, 2013. - 512 p.
22. Paris P.C., Erdogan F. A critical analysis of crack propagation laws // ASME J. Basic Eng., 1963, V. 85D. - P. 528-534.
23. Fayyad T.M., Abdalqader A.F., Sonebi M. An insight into graphene as an additive for the use in concrete // Civil Engineering Research in Ireland, 2022. - P. 67-72.
24. Zhangozin K.N., New method for obtaining graphene by intercalation of graphite with microcluster water. - Almaty: Darkhan, 2023. - 102 p.
25. Zhangozin K.N., Zhanabergenov T.K., Kargin D.B. About a new method for producing powder graphene // Bulletin of ENU named after. L. Gumileva, 2021, vol. 136, No. 3. - P. 8-16.

TECHNICAL SCIENCES

DETERMINATION OF THE RESOURCE CAPABILITIES OF INDUSTRIAL BOILERS

Ganchev I.

Ph.D., Eng

Todor Kableshkov University of transport

1574 Sofia, 158 "Geo Milev" Str.

REPUBLIC OF BULGARIA

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13619810>

Abstract

The publication describes the structure of the types of costs that influence the assessment of the durability of industrial boilers. Graphs for changes in costs during operation of boilers are presented. An analysis of the costs of elements of industrial boilers that cannot be repaired in case of boiler failure is presented

Keywords: Industrial boilers; Resource of industrial boilers; Determination of technical and economic indicators of industrial boilers

1. Introduction

The resource is the ability of an industrial boiler to maintain its operability for a certain period of time, and this period is limited to the occurrence of a certain condition of the boiler elements.

The resource of an industrial boiler is a complex quantity and depends on many factors, incl. structural, technological, climatic, etc. It is possible that boilers of the same type and model have a different resource, i.e. there is a resource with a large distraction. For this reason, and in order to obtain sufficiently reliable information, it is necessary to monitor and study all possible data during operation. These data are collected and processed statistically by taking a representative sample with a sufficiently large volume of data and as a result of their processing, the average duration of trouble-free operation of the boiler until the need for major repair and distraction characteristics of this major repair.

Ideally, all individual elements and units of an industrial boiler would simultaneously reach their maximum operating cycle, but this is practically impossible as they have different values, which also affects the boiler as a whole.

The operational resource of an industrial boiler must be determined already during its design and construction, using the experience gained so far from the operation of other similar boilers. Along with this, the economic indicators related to the creation of the boiler should be taken into account, since they determine the optimal resource of the boiler. The optimal resource represents the amount of operating costs that can be achieved at a minimum value for their realization.

2. Impact and influence of operating costs when determining the resource of industrial boilers

The various indicators of trouble-free operation of the boiler are determined by the probability of a failure occurring during their operation, as well as by some other technical and economic criteria, determining the total value of the minimum costs associated with the elimination of the causes of the occurrence of failures and restoration of normal boiler operation. These costs can be one-time, periodic and permanent.

Periodic costs are incurred when it is necessary to remove the failure in one of the boiler's elements. This failure must have occurred as a result of reaching the maximum limit value of the corresponding parameter in the period between two preventive services. Along with this, these costs also include those that can be carried out during routine preventive activities.

Permanent costs are those that arise as a result of a change in the state parameters of the industrial boiler. These costs are directly related to the wear and tear of the elements, leading to a reduction in the boiler's power, as well as to an increase in fuel consumption to produce the necessary thermal energy. Since the industrial boiler is an independent system, in order to reduce these costs, a certain maximum value of each individual parameter affecting the normal operation of the system must be assumed and thus limit the operation of the individual element, unit and unit in one normal range of safe and trouble-free operation.

To ensure a high degree of reliability of the system, the designer must know all the elements and materials that they plan to use. When it has more than one element or unit that it can use, they must analyze and compare its design features and reliability characteristics in order to select the most applicable component for the facility they design, ensuring a high degree of reliability and safety and ensuring the longest possible period of normal operation before reaching a state of failure.

3. Costs of items that cannot be repaired

These costs vary depending on the cost structure of the production costs of the industrial boiler for the period of its use.

For convenience, we can define an element that cannot be repaired as a "peculiar element", and the corresponding costs for it and the time for its operation as "peculiar costs" and "peculiar time".

The cost of purchasing a peculiar element must be evenly distributed over the entire period of operation of the boiler, after which this item must be scrapped. If we assume that the amount of work performed by this peculiar element remains constant throughout the entire service life, then the cost of this peculiar element will be proportional to the time of its use.

$$S_1 = \frac{\Sigma K_c}{T} \quad (1)$$

- S_1 - costs for the peculiar element
- ΣK_c - total cost of purchasing, shipping and storing the peculiar element

These costs do not include the residual value of the peculiar element, which is obtained after its scrapping.

- T - service life of the peculiar element

As a result, it can be said that if there are no additional costs in the period of operation of the peculiar element, then the cost value S will decrease with increasing time T .

3.1 Total costs for the peculiar element

These total costs for a peculiar element can be calculated by taking into account the total cost of purchasing, transporting and storing the feature and the operating costs of labour and materials.

$$K_{ce} = \Sigma K_c + \Sigma K_e \quad (2)$$

- K_{ce} - total costs for the purchase and operation of the element

- ΣK_c - total costs for the purchase, transportation and storage of the element

These costs do not include the residual value of the peculiar element, which is obtained after its scrapping.

- ΣK_e - operating costs for labour and materials

Assuming that the operating costs are proportional to the operating time of the peculiar element, the total cost of the feature will be:

$$S_2 = \frac{\Sigma K_c}{T} + \frac{\Sigma K_e}{T} = \frac{\Sigma K_{ce}}{T} = S_1 + S_e \quad (3)$$

- S_2 - operating costs of the peculiar element per unit time

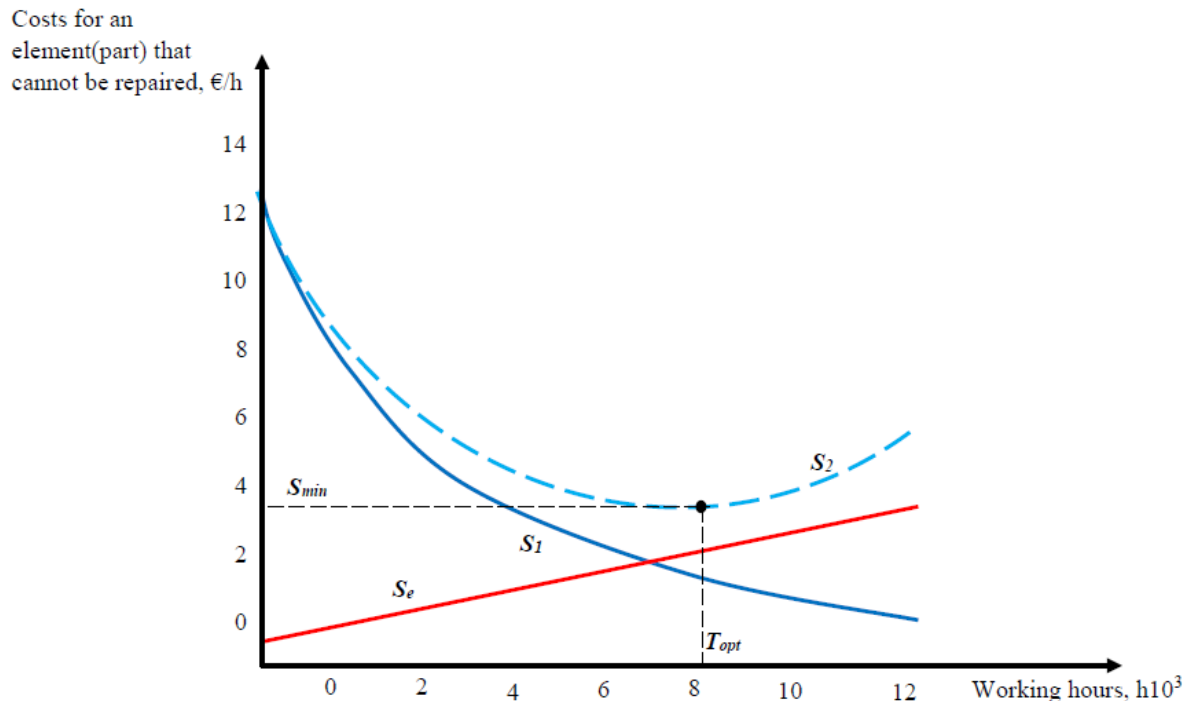


Figure 1 - Change of total costs depending on the duration of operation of the peculiar element

Figure 1 shows the change in total costs for a peculiar element depending on the length of the period of its use. From what is shown in Figure 1, it can be found that a minimum value of the peculiar cost can be achieved for the optimal time T_{opt} . The operating period of the peculiar element T_{opt} , in which the peculiar costs have a minimum value, represents the optimal resource of the peculiar element.

3.2 Total costs for the peculiar elements in industrial boilers in the event of increasing costs for their maintenance

The total cost of maintaining a peculiar element as part of an industrial boiler is determined by the amount of initial purchase, transport and storage costs and by the incremental costs arising from reduced useful life as a result of wear and tear of the peculiar element, as

well as from reduction of the period of time of operation without failures or from increasing the operating costs and the costs of technical support and service.

Increasing peculiar costs S_m can be defined as follows:

$$S_{in} = kT^n \quad (4)$$

- k - coefficient determining the increasing change

- T^n - time to use the peculiar element in the construction of the industrial boiler in the period of increasing peculiar costs

The peculiar costs S_3 calculated per unit of time are determined by the peculiar costs of purchasing, transporting and storing the new peculiar element S_1 , by the peculiar operating costs S_e , which change in

proportion to the period of normal operation, and by the increasing peculiar costs S_{in} .

$$S_3 = \frac{\Sigma Kc}{T} + \frac{\Sigma Ke}{T} + \frac{kT^n}{T} = S_1 + S_e + S_{in} \quad (5)$$

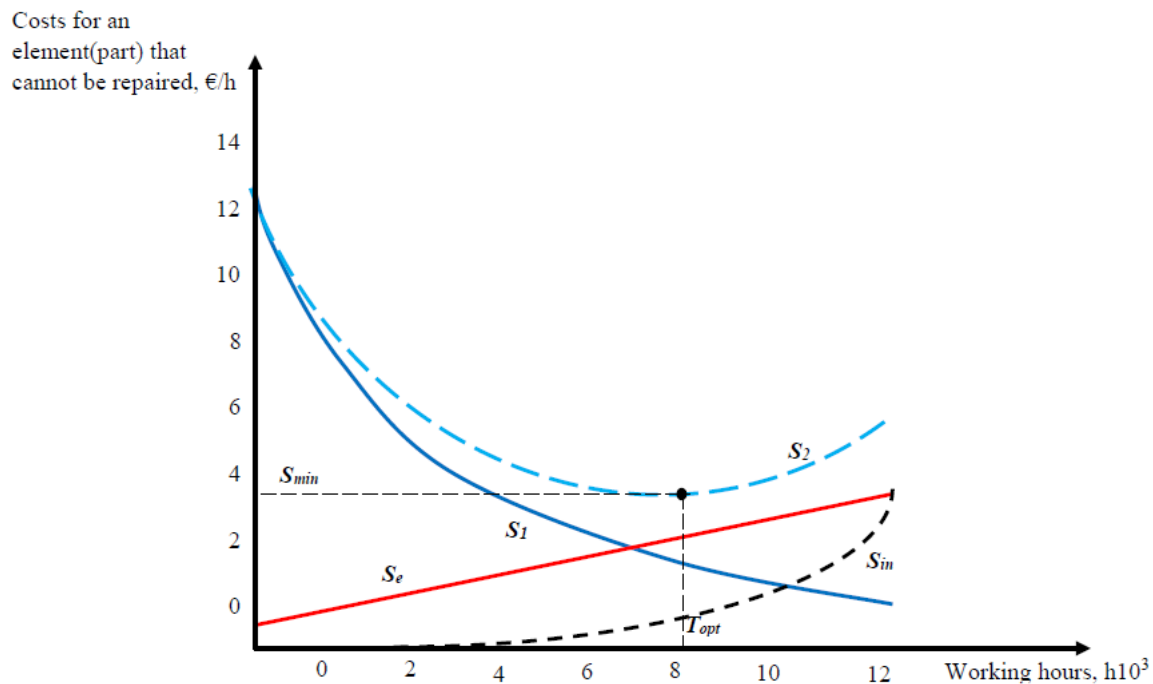


Figure 2 - Change of the amount of peculiar costs for the time of duration of operation in case of increasing

It can be seen from Figure 2 that in a certain period of time the total peculiar costs can get a minimum value. This particular period of time represents the optimal resource of the peculiar element.

3.3 Total costs when restoring the operability of the peculiar element in industrial boilers

In order to achieve a specific result when determining the total costs when restoring the normal operation of a peculiar element in an industrial boiler, it is necessary to calculate the average costs that will occur when the system enters this state.

$$K_{av} = k_1 \cdot K_{hr} \cdot t_s + k_2 \cdot K_{sp} + K_l \cdot t_l + K_d + K_{ic} \quad (6)$$

- k_1 - coefficient for accruals on salaries
- t_s - duration of the repair when removing damage
- K_{hr} - average hourly rate of the worker who is engaged in the activity of the normal operation of the peculiar element
- k_2 - coefficient for the cost of materials used in the repair to restore the normal operation of the peculiar element
- K_{sp} - cost of spare parts used in the repair to restore normal operation of the peculiar element
- K_l - average industrial boiler downtime losses
- t_l - average downtime of the industrial boiler when a failure occurs
- K_d - costs of delivery of spare parts and materials to the place of repair
- K_{ic} - permanent costs incurred as a result of changing the parameters, changing the

processing technology and reducing the economic indicators of the industrial boiler

Losses from emergency repairs of the industrial boiler are formed under the influence of various factors. Their change can be observed in a rather wide spectrum of change. To correctly predict and achieve a longer period of operation without the boiler entering a failure state, it is necessary to evaluate a maximum number of possible causes. The achievement of the main goals for reliable and trouble-free operation of the industrial boiler, as well as the better planning of the cycle of its normal operation and the corresponding costs for guaranteeing this process, also depend on the correct choice of the influencing causes.

References:

1. Kolarov I., Lazarov I., Ensuring the reliability of the machines when constructing, Sofia, 1981.
2. Pronikov A.S., Reliability of machines, Machine building, Sofia, 1978.
3. Kolarov I., Kuzmov D., Vachkov S., Heruvimov G., Mechanical systems reliability, Sofia, 1981
4. Bobrov, I.K., Method for calculating the required guaranteed number of spare elements for the operation of recoverable systems, Moscow, Ship Electronics, 1995
5. Nedev A., Dimov V., Kanev D., Genadiev G., Naumov V., Kamberov D., Reliability and diagnostics of thermal energy and transport machines, Maleo 63, Varna, 2005.
6. Kostetsky, B.I., Reliability and durability of machines, K, Technics, 1975

Kuznetsov V.
PhD
Volkov A.
PhD
Solodkov A.

ЭФФЕКТИВНАЯ ДВУХФАЗНАЯ СИСТЕМА ЦИФРОВОЙ МОДУЛЯЦИИ

Кузнецов В.С.

доктор технических наук, профессор

Волков А.С.

кандидат технических наук, доцент

Солодков А.В.

старший преподаватель

(Национальный исследовательский университет "Московский институт электронной техники")

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13619892>

Abstract

According to the SIMO 2x1 scheme a system of two-phase signals with spatial diversity, addition in the radio channel and their separation at reception has been developed. The main problems of reception are the analytical determination of the main transmitted parameters of the system, calculation of its noise immunity and output frequency band of the channel. These problems are solved by specifying a compact demodulation algorithm, a method for calculating noise immunity, and matching the system with a continuous channel with AWGN in terms of information transmission rate. With correlation reception of the combined signal, the system provides modulation efficiency of 17 bits/symbol.

Аннотация

Согласно схеме SIMO 2x1, разработана система двухфазных сигналов с пространственным разнесением, сложением в радиоканале и их разделением на приеме. Основной проблемой приема являются аналитическое определение основных переданных параметров системы, расчёт её помехоустойчивости и выходной полосы частот канала. Эти проблемы решены заданием компактного алгоритма демодуляции, метода расчёта помехоустойчивости и согласованием системы с непрерывным каналом с АБГШ по скорости передачи информации. При корреляционном приеме суммарного сигнала система обеспечивает эффективность модуляции 17 бит/символ.

Keywords: SIMO 2x1 scheme, two-phase signals, initial phase, separation of signals, the cross-correlation function, frequency efficiency.

Ключевые слова: схема SIMO 2x1, двухфазные сигналы, начальная фаза, разделимость сигналов, функция взаимной корреляции, частотная эффективность.

Введение. Переход к системам связи и передачи данных поколения 5G, внедрение цифровых систем спутникового телевидения, а также дальнейшее развитие систем наблюдения Земли из космоса требуют внедрения в наземные и спутниковые радиоканалы эффективных методов модуляции. Однако наиболее эффективные методы однофазной цифровой модуляции КАМ 256, ФМ32-АМ8 (европейский спутниковый стандарт DVB-S2 [1]) обеспечивают эффективность только до 8 бит/символ, т.е. не отвечают требованиям, предъявляемым к современным поколениям систем передачи информации. С учётом основных положений теории разделения сигналов [2] авторы предложили двухфазные методы модуляции [3-7], позволяющие увеличить эффективность модуляции до 12 бит/символ [3,5]. В данной статье с целью дальнейшего повышения эффективности двухфазной модуляции до 17 бит/символ авторы предлагают сложить в радиоканале суммарный сигнал модуляции 2ФМ16 - АМ16 (12 бит/отсчёт) с сигналом модуляции ФМ 32 (5 бит/отсчёт).

Описание двухфазных сигналов 2ФМ16 - АМ16 и ФМ 32

Объём передаваемой информации формируется амплитудой $A_{m,i}$ и дискретными начальными фазами сигналов $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$. Эти сигналы (см. рисунок 1) описываются следующими соотношениями.

$$S_1(t) = A_{m,i}(\sin(\omega_0 t + \varphi_1)), S_2(t) = A_{m,i}(\sin(\omega_0 t + \varphi_2)) \text{ и } S_3(t) = A_{m,1,2}(\sin(\omega_0 t + \varphi_3)).$$

Амплитуды сигналов $S_1(t)$ и $S_2(t)$ одинаковы, т.е. $A_{m,i,1} = A_{m,i,2} = A_{m,i}$.

$$\text{Групповой сигнал } S_{1,2}(t) = S_1(t) + S_2(t) = 2A_{m,i} \cdot \cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right) \cdot (\sin(\omega_0 t + \varphi_{1,2})), \quad (1)$$

где $2A_{m,i} \cdot \cos(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}) = A_{m1,2} = A_{m,3}$, т.е. амплитуды сигналов $S_{1,2}(t)$ и $S_3(t)$ - равные, а начальная фаза $\varphi_{1,2} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$ (32 дискрета фазы $\varphi_{1,2}$, но 256 пар углов (ϕ_1, ϕ_2)).

$$\text{Суммарный сигнал } S_{\Sigma}(t) = S_{1,2}(t) + S_3(t) = A_{m\Sigma} \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi_{1,3\Sigma}). \quad (2)$$

При $A_{m1,2} = A_{m,3}$ амплитуда суммарного сигнала $A_{m\Sigma} = 2A_{m1,2} \cdot \cos(\frac{\varphi_{1,2} - \varphi_3}{2})$, а начальная фаза суммарного сигнала $\varphi_{1,3\Sigma} = \frac{\varphi_{1,2} + \varphi_3}{2}$. Далее

$$4A_{m,i} \cdot \cos(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}) \cos(\frac{\varphi_{1,2} - \varphi_3}{2}) = A_{m1,3} = A_{m\Sigma}.$$

$A_{m1,3} = A_{m\Sigma}$ имеет 2048 значений амплитуды, сигналы $S_{1,2}$, или S_3 имеют 128 значений амплитуды, S_1 , или S_2 имеют 16 значений амплитуды; $\left| \cos(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}) \right|$ имеет 8 значений, $\left| \cos(\frac{\varphi_{1,2} - \varphi_3}{2}) \right|$ - 16 значений.

Начальные фазы углов с соответствующими индексами принимают следующие количества дискретных значений: $m_1 = 16$, $m_2 = 16$, $m_{1,2} = 32$, $m_3 = 32$, $m_{1,3\Sigma} = 64$.

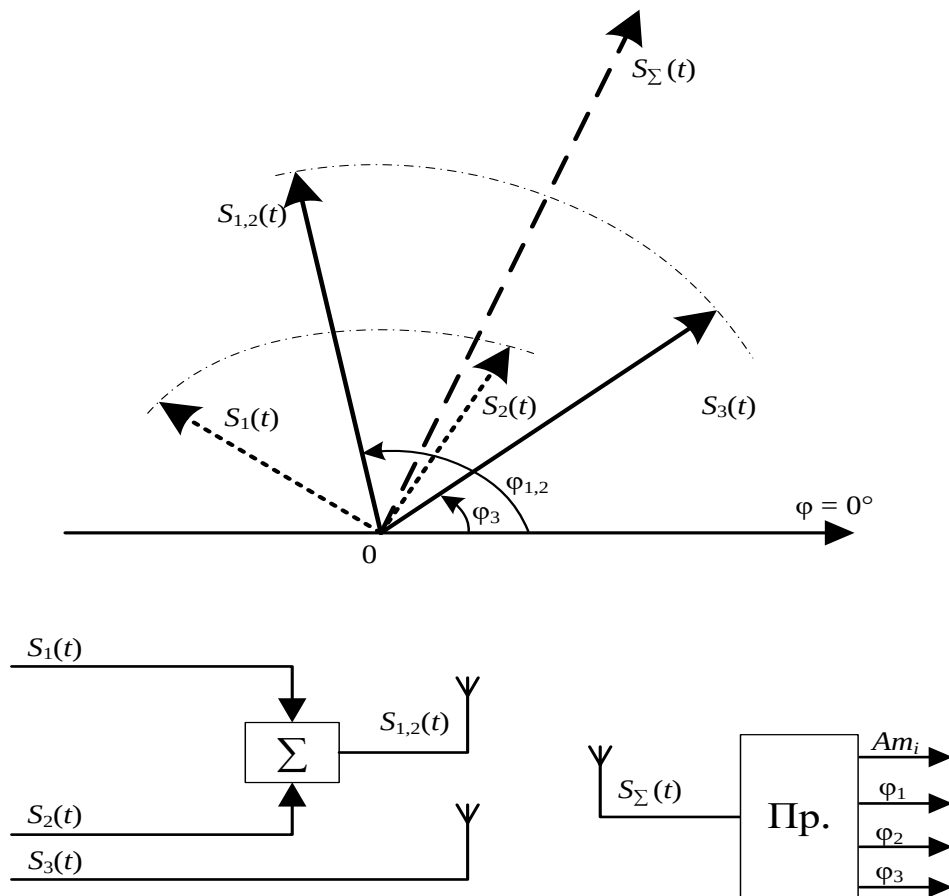


Рис.1. Структура сигналов и блок-схема пространственного разнесения SIMO 2x1 в радиоканале..

Согласно основным положениям теории разделимости сигналов [2], две любые, неравные друг другу, произвольные фазы одной несущей частоты ω_0 являются линейно независимыми, а следовательно, сигналы с этими начальными фазами разделимы. Поэтому на одной несущей частоте при произвольных значениях амплитуд и начальных фаз сигналов можно обеспечить одновременную двухканальную передачу сигналов, существенно увеличивая при этом частотную эффективность канала по сравнению с передачей однофазных сигналов.

Передаваемый групповой сигнал $S_{1,2}(t)$ предварительно (до передачи в радиоканал) формируется электрическим суммированием сигналов $S_1(t)$ и $S_2(t)$. Таким образом, в радиоканал на одной несущей одновременно излучаются два сигнала: $S_{1,2}(t)$ и $S_3(t)$.

В приёмной антенне эти два сигнала суммируются (схема SIMO 2x1) и суммарный сигнал $S_\Sigma(t)$ подвергается корреляционной обработке.

При корреляционной обработке суммарного сигнала $S_\Sigma(t)$ сначала определяются $\max|BK\Phi_\Sigma|$ и его начальная фаза $\varphi_{1,3\Sigma}$. Далее переборным алгоритмом вычисляется наиболее вероятное переданное разрешённое значение амплитуды $A_{m,i}$. Затем весьма компактной процедурой определяются выходные значения начальных фаз сигналов φ_3, φ_2 и φ_1 . Рассмотрим процедуру корреляционного приёма сигнала $S_\Sigma(t)$.

$$BK\Phi_\Sigma = \frac{1}{T} \int_0^T (S_{1,2}(t) + S_3(t)) \cdot g_{1,3i,j}(t) \cdot dt = \frac{1}{T} \int_0^T A_{m,\Sigma} \cdot \sin(\omega_0 t + \phi_{1,3\Sigma}) \cdot \sin(\omega_0 t + \phi_{1,3\Sigma,i,j}) dt =$$

$$= A_{m,1,2} \cdot \cos\left(\frac{\phi_{1,2} - \phi_3}{2}\right) \cdot \cos(\phi_{1,3\Sigma} - \phi_{1,3\Sigma,i,j}),$$

где амплитуда $A_{m,1,2} = 2A_{mi} \cdot \cos\left(\frac{\phi_1 - \phi_2}{2}\right)$, а $\varphi_{1,3\Sigma} = \frac{\varphi_{1,2} + \varphi_3}{2}$.

$$\max|BK\Phi_\Sigma| = 2A_{mi} \cdot \left| \cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right) \right| \cdot \left| \cos\left(\frac{\varphi_{1,2} - \varphi_3}{2}\right) \right| = \frac{A_{m\Sigma}}{2} \text{ при } (\varphi_{1,3\Sigma,i,j})_{opt} = \varphi_{1,3\Sigma}. \quad (3)$$

По выражению (3) рассчитываются возможные переданные значения амплитуды $A_{m,i} > 0$ с перебором 8 возможных значений $\left| \cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right) \right|$ и 16 возможных значений $\left| \cos\left(\frac{\varphi_{1,2} - \varphi_3}{2}\right) \right|$; из них по таблице 5 выбирается ближайшее разрешённое дискретное значение $A_{m,i}$ к рассчитанному значению амплитуды $A_{m,i}$ сигналов $S_1(t)$ и $S_2(t)$. Известны также значения $\phi_{1,3\Sigma}$, $\left| \cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right) \right|$ и $\left| \cos\left(\frac{\varphi_{1,2} - \varphi_3}{2}\right) \right|$.

Для пары углов $\varphi_{1,2}$ и φ_3 два уравнения с двумя неизвестными есть:

$$\varphi_{1,3\Sigma} = \frac{\varphi_{1,2} + \varphi_3}{2} \text{ и } \frac{\varphi_{1,2} - \varphi_3}{2} = \alpha_i, i = 1, 2 \text{ при известной функции } \cos \alpha_i.$$

Тогда $\varphi_{1,3\Sigma} + \alpha_i = \varphi_{1,2}$, а $\varphi_{1,3\Sigma} - \alpha_i = \varphi_3$. Решение сводится к определению индекса i , при котором найденные углы $\varphi_{1,2}$ и φ_3 имеют разрешённые значения. Аналогично, для пары углов φ_1 и φ_2 : $\varphi_{1,2} + \alpha_i = \varphi_1$, а $\varphi_{1,2} - \alpha_i = \varphi_2$. В итоге определяются все 4 основных параметра системы.

Блок-схема приёма и обработки сигналов в демодуляторе приводится на рисунке 2. Основные операции вычисления функции взаимной корреляции принятого суммарного сигнала $S_\Sigma(t)$ с опорным сигналом и выбора $\max|BK\Phi_\Sigma|$ выполняются блоком 32-х канального коррелятора, который может быть реализован программно, или физически на обычных микросхемах. Остальную часть алгоритма обработки сигналов с процедурами перебора их параметров целесообразно выполнить программным путём.

В итоге 4 выходных информационных параметра $A_{m,i}$, $\varphi_3, \varphi_2, \varphi_1$ переносят 17 бит/символ. При этом сигнал $S_{1,2}(t)$ переносит 12 бит/отсчёт и 5 бит/отсчёт переносит сигнал $S_3(t)$.

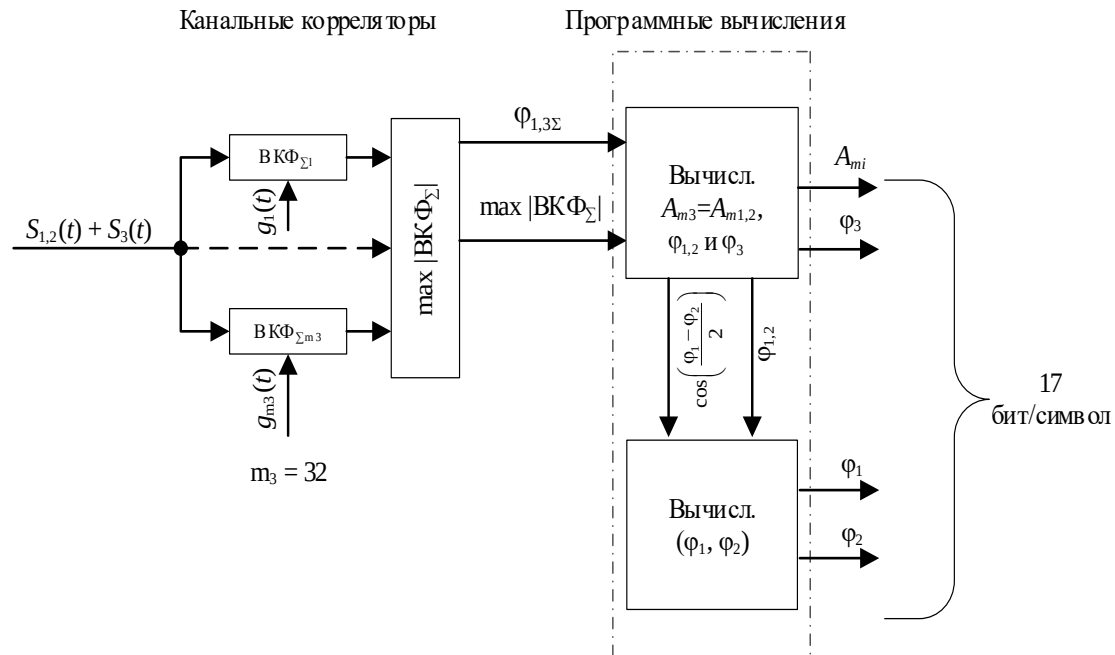


Рис. 2. Блок-схема приёма и обработки сигналов в демодуляторе: .

$$BK\Phi_{\Sigma} = 2A_{mi} \cdot \cos\left(\frac{\phi_1 - \phi_2}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{\phi_{1,2} - \phi_3}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{\phi_{1,2} + \phi_3}{2} - \frac{\phi_{1,2,i,j} + \phi_{3,i,j}}{2}\right);$$

$$\phi_{1,2} = \left(\frac{\phi_1 + \phi_2}{2}\right), \phi_{1,3} = \left(\frac{\phi_{1,2} + \phi_3}{2}\right).$$

Блок канальных корреляторов может содержать 32 канала. Опорная начальная фаза $\phi_{1,3,i,j}$ подаётся на этот блок двумя полуциклами: $0^\circ \leq \phi_{1,3,i,j} \leq 180^\circ$ и $180^\circ \leq \phi_{1,3,i,j} \leq 360^\circ$ с дискретом $5,625^\circ$. В каждом полуцикле должны определяться 2 одинаковых значения $\max_i |BK\Phi|$ в двух соседних корреляторах.

При этом $\phi_{1,3\Sigma opt,i} = \frac{(\phi_{1,3opt})_{1,i} + (\phi_{1,3opt})_{2,i}}{2}$, где $i = 1, 2$ - индекс полуцикла. В качестве итогового выбирается значение $\phi_{1,3\Sigma opt,i}$ для большего значения $\max_i |BK\Phi|$. Необходимо измерить и зафиксировать $\max_i |BK\Phi|$ для итогового угла $\phi_{1,3\Sigma opt,i}$.

Расчёт помехоустойчивости

Одновременно передаются 2 сигнала $S_{1,2}(t)$ и $S_3(t)$ с равными амплитудами (см. рис. 3).

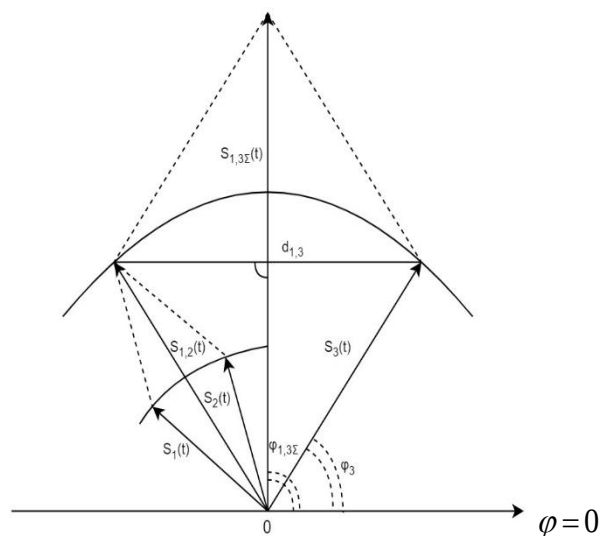


Рис.3 . Определение расстояния $d_{1,3}$.

$(\varphi_1 - \varphi_2)_{\min} = \frac{360^\circ}{32} = 11,25^\circ$, $\Delta\varphi_{1,3\min} = (\varphi_{1,2} - \varphi_3)_{\min} = 5,625^\circ$ (см. таблицы 1 и 2 в Приложении).

Начальные фазы сигналов Таблица 1

Сигнал	Начальная фаза	Значения индекса	Примечание
$S_1(t)$	$\varphi_{1,i} = (i-1) \cdot 2\pi / m$	$1 \leq i \leq m_1 = 16$	$2\pi / m = 22,5^\circ$
$S_2(t)$	$\varphi_{2,j} = \frac{\pi}{m} + (j-1) \cdot 2\pi / m$	$1 \leq j \leq m_2 = 16$	$\pi / m = 11,25^\circ$
$S_{1,2}(t)$	$\varphi_{1,2} = \frac{\pi}{2m} + (\gamma-1) \cdot \pi / m$	$1 \leq \gamma \leq 32 = 2m$	$S_{1,2}(t) = S_1(t) + S_2(t)$ $A_{m1,1} = A_{m1,2} = A_{mi}$, $\pi / 2m = 5,625^\circ$
$S_3(t)$	$\varphi_3 = (\gamma-1) \cdot \pi / m$	$1 \leq \gamma \leq 32 = 2m$	$\pi / m = 11,25^\circ$
$S_{1,3}(t)$	$\varphi_{1,3} = \frac{\pi}{4m} + (\delta-1) \cdot \pi / 2m$	$1 \leq \delta \leq 64$	$S_{1,3}(t) = S_{1,2}(t) + S_3(t)$ $A_{m1,2} = A_{m,3}$, $\pi / 4m = 2,8125^\circ$

Расстояние $d_{1,2\min}$ примерно в 2 раза больше расстояния $d_{1,3\min}$. Ошибочными переходами $S_{1,2}(t) \leftrightarrow S_{1,2}(t)$ можно пренебречь по сравнению с ошибочными переходами $S_3(t) \leftrightarrow S_{1,2}(t)$, которые определяются средней вероятностью $\overline{Q_{oui,1,3}}$.

Так как средняя блоковая вероятность ошибочного приёма сигнала $S_{1,2}(t)$, или сигнала $S_3(t)$ $\overline{Q_{oui,1,3}} = 2Q_{oui}(d_{1,3})$, а указанные события совместны, то

$$q_{bit} \leq \frac{2 \cdot (1 - \Phi(\sqrt{\frac{d_{1,3}^2}{2N_0}})) \cdot 2}{17} \quad (4)$$

где $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^x e^{-t^2/2} dt$ - интеграл вероятности.

Определим помехоустойчивость системы минимальным расстоянием $d_{1,3\min} = f(A_{m,i,\min} = 15 \cdot 10^{-6} B, \varphi_{3,\min} = 0^\circ, \varphi_{2,\min} = 11,25^\circ, \varphi_{1,\min} = 0^\circ)$, являющимся функцией четырёх основных параметров системы при их минимальных значениях. В итоге при $\frac{d_{1,3}^2}{2N_0} = 20$ обеспечивается вероятность ошибки q_{bit} не более $1 \cdot 10^{-6}$ при требуемом отношении $\frac{E_{bit}}{N_0} = 38,765$ дБ.

Минимальное расстояние $d_{1,3\min}$ определяется при минимальной энергии $E_{1,2\min}$ вектора сигнала $S_{1,2}(t)$. Второй вектор сигнала $S_3(t)$ в этом режиме выбирается с параметрами: $E_{3\min} = E_{1,2\min}$ и $\varphi_{3,\min} = 0^\circ$.

$$\text{Тогда } \sin(2,8125^\circ) = \frac{d_{1,3,\min}}{2 \cdot \sqrt{E_{1,2,\min}}}, \quad \frac{4 \cdot E_{1,2,\min}}{2N_0} \cdot \sin^2(2,8125^\circ) = \frac{d_{1,3,\min}^2}{2N_0} = x^2, \text{ а } E_{1,2\min} = (2A_{m,i,\min} \cdot$$

$$\cos(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}))^2 \cdot \tau_m = 4A_{mi,\min}^2 \cdot \cos^2(5,625^\circ) \cdot \tau_m = 4 \cdot \cos^2(5,625^\circ) \cdot E_{mi,\min} \text{ при } d_{1,3\min}.$$

$$x^2 = \frac{d_{1,3,\min}^2}{2N_0} = 2 \cdot \sin^2(2,8125^\circ) \cdot 4 \cdot \cos^2(5,625^\circ) \cdot \frac{E_{mi,\min}}{N_0}. \quad (5)$$

$$\text{Откуда } \frac{E_{mi,\min}}{N_0} = \left(\frac{x}{\sqrt{8 \cdot \sin(2,8125^\circ) \cdot \cos(5,625^\circ)}} \right)^2. \quad (6)$$

$$\text{При } q_{bit} = 10^{-5} \quad 4,25 \cdot 10^{-5} = 1 - \Phi(x), \quad x=3,93. \text{ Тогда } \frac{E_{mi,\min}}{N_0} = 809,65.$$

Далее $\beta = \frac{E_{bit}}{N_0} = \frac{\overline{E_{1,3}}}{N_0 \log_2 M}$, где $M = (m^2 L \cdot 32)$ - объём созвездия сигналов, $\overline{E_{1,3}}$ - средняя энергия суммарного сигнала $S_{1,3}(t) = S_{1,2}(t) + S_3(t)$. Энергия E_3 сигнала $S_3(t)$ всегда поддерживается равной энергии $E_{1,2}$ вектора сигнала $S_{1,2}(t)$.

$$\overline{E_{m1,3}} = \frac{E_{m1,3\max} + E_{m1,3\min}}{2} = \frac{(2A_{m,i} \cos(\frac{\phi_1 - \phi_2}{2}) \cdot \cos(\frac{\phi_{1,2} - \phi_3}{2}) \cdot 2)^2_{\max} \cdot \tau + E_{m1,3\min}}{2} = (7) \\ = 7,90425 \cdot E_{m,i\max}.$$

В итоге $\beta \cong \frac{8 \cdot E_{mi\max}}{N_0 \cdot \log_2 M}$. Определим отношение $\frac{E_{mi\max}}{E_{mi\min}}$ при квантовании амплитуды $A_{m,i}$ на L уровней с шагом квантования $\Delta = d_{1,3\min}$.

Шаг квантования $\Delta = d_{1,3\min}$ (д.б. не менее). В этом случае помехоустойчивость созвездия сигналов определяется, в основном, расстоянием $d_{1,3\min}$.

Согласно выр. (5), $\frac{d_{1,3\min}}{\sqrt{E_{m,i\min}}} = 4 \cdot \sin(2,8125^\circ) \cdot \cos(5,625^\circ)$. Тогда

$$\frac{E_{mi\max}}{E_{mi\min}} = (1 + \frac{4 \cdot (L-1) \cdot \sin(2,8125^\circ) \cdot \cos(5,625^\circ)}{1})^2 = (1 + const.)^2 = 15,444. (8)$$

С использованием выражений (7) и (8) нетрудно рассчитать минимальное значение $A_{m,i\min}$ амплитуды сигналов $S_1(t)$ и $S_2(t)$ и шаг квантования Δ (см. табл. 5 Приложения). С их помощью рассчитываются L значений амплитуды $A_{m,i}$, которая является одним из четырёх основных параметров системы.

$$\beta = \frac{7,90425 \cdot E_{mi\min} (1 + const.)^2}{N_0 \cdot \log_2 M} = \frac{7,90425}{\log_2 M} (1 + const.)^2 \cdot \frac{d_{1,3\min}^2}{2N_0} / (8 \cdot \sin^2(2,8125^\circ) \cdot \cos^2(5,625^\circ)), \text{ или} \\ \beta = 0,98803 \cdot \frac{(1 + 4(L-1) \cdot \sin(2,8125^\circ) \cdot \cos(5,625^\circ))^2}{\sin^2(2,8125^\circ) \cdot \cos^2(5,625^\circ) \cdot \log_2(m^2 L \cdot 32)} \cdot \frac{d_{1,3\min}^2}{2N_0} = \\ = 0,98803 \cdot (\frac{1}{\sin(2,8125^\circ) \cdot \cos(5,625^\circ)} + 4(L-1))^2 \cdot \frac{1}{17} \cdot \frac{d_{1,3\min}^2}{2N_0} (9)$$

при шаге квантования $\Delta = d_{1,3\min}$. Из выражения (9) следует, что $\beta = \frac{E_{bit}}{N_0}$ созвездия увеличивается

пропорционально отношению $d_{1,3\min}^2 / 2N_0$ и L^2 , что ограничивает выбор больших значений числа L уровней квантования.

Для достижения максимальной эффективности 17 бит/символ примем $m=16$,

$L = 16$ (исходя из требований $2m \leq 32, _ L \leq 16$).

Тогда, согласно выражению (9), $\beta = \frac{E_{bit}}{N_0} = 376,429 \cdot \frac{d_{1,3\min}^2}{2N_0}$. (10)

Выражения для $q_{bit} = f(d_{1,3})$ и β определяют помехоустойчивость системы.

При $q_{bit} = 10^{-5}$ отношение $\frac{d_{1,3\min}^2}{2N_0} = 3,93^2$, а $\frac{E_{bit}}{N_0} = 37,645$ дБ.

Расчёт помехоустойчивости по выражению (10) приводится таблице 2.

Расчёт помехоустойчивости и сравнение с каналом Таблица 2.

q_{bit}	$\frac{E_{bit}}{N_0}$, дБ	$(\frac{E_{bit}}{N_0})_{кан.}$, дБ
10^{-3}	34,16	38,87
10^{-5}	37,645	
10^{-7}	39,6	

Определим $\beta_{кан} = \frac{E_{bit}}{N_0}$ канала. Спектральная плотность мощности сигнала данного созвездия

(2ФМ16-АМ16 и ФМ32) снижается медленно при отклонении от несущей частоты $2\pi f_0$.

Скорость передачи информации $R = 1/\tau_m = 1/\tau_c = f_{T.M.}$. Согласно [8], при технологии изготовления 40 нм обеспечивается максимальная тактовая частота 912 МГц. Таким образом, при $R_{max} = 912 \text{ Мбит} / \text{с}$ и частотной эффективности системы $17 \frac{\text{бит}}{\text{с} \cdot \text{Гц}}$ требуемая выходная полоса частот системы $F = 53,65 \text{ МГц}$.

Согласуем систему с непрерывным каналом с АБГШ, т.е. при $R = C$ примем $\gamma_{сист.} = \gamma_{кан.}$. При этих условиях выходная полоса частот канала

$$F_{кан.} = \frac{1}{\tau_m} = 53,65 \text{ МГц}.$$

$$\gamma_{кан} = \frac{C}{F} = \log_2 \left(1 + \frac{\bar{E}}{N_0} \right) = \gamma_{сист} = \log_2 M = 17 \text{ бит} = \log_2 2^{17},$$

откуда $\frac{\bar{E}}{N_0} = 2^{17} - 1$, а $\beta_{кан} = \frac{2^{17}-1}{17} = 38,87 \text{ дБ}$ (см. таблицу 2).

Таким образом, при одинаковой частотной эффективности $\gamma_{сист.} = \gamma_{кан.} = 17 \frac{\text{бит}}{\text{с} \cdot \text{Гц}}$ и $q_{bit} = 10^{-5}$

данное созвездие сигналов модуляции выигрывает по отношению $\frac{E_{bit}}{N_0}$ у канала 1,225 дБ. Следовательно,

при согласовании с каналом ($\gamma_{сист.} = \gamma_{кан.}$ и $(\frac{E_{bit}}{N_0})_{сист.} = (\frac{E_{bit}}{N_0})_{кан.}$) данное созвездие сигналов модуляции работает на границе

К.Э.Шеннона в непрерывном канале с АБГШ с высокой надёжностью , т.е., согласно выражению (9),

$$\frac{d_{1,3min}^2}{2N_0} = 1,012 \cdot \frac{2^{17}-1}{\left(\frac{1}{\sin(2,8125^\circ) \cdot \cos(5,625^\circ)} + 4(L-1) \right)^2} = 20,482,$$

а вероятность ошибки демодуляции $q_{bit} \leq \frac{4(1-\Phi(4,526))}{17} = 7,1 \cdot 10^{-7}$.

Заключение

Разработана методика вычисления и разделения начальных фаз $\varphi_{1,2}$ и φ_3 и амплитуд 2-х гармонических сигналов $S_{1,2}(t)$ и $S_3(t)$, одновременно передаваемых на одной несущей частоте ω_0 с пространственным разнесением SIMO 2x1 в радиоканале.

При согласовании с каналом по скорости передачи информации данная структура сигналов модуляции работает на границе К.Э.Шеннона в непрерывном канале с АБГШ с высокой надёжностью без помехоустойчивого кодирования.

Система сигналов полностью удовлетворяет требованиям по эффективности модуляции, предъявляемым к спутниковым высокоскоростным системам передачи цифровой информации и к современным поколениям систем связи и передачи данных, таким как 5G (не менее 15 бит/символ) и другим.

Список литературы:

1. ETSI EN 302 307- 2 v. 1.1.1(2015-2) EUROPEAN STANDARD: Digital Video Broadcasting (DVB); Part 2: DVB – S2 Extensions (DVB -S2x).
2. М.В. Назаров, Б.И. Кувшинов, О.В. Попов. Теория передачи сигналов. — М.: Изд. «Связь», 1970. - 368 с.
3. Кузнецов В.С., Солодков А.В. Метод квадратурной цифровой модуляции АФМ - АИМ. - М.: Естественные и технические науки. 2016, № 6. - с.192 - 197.

- 4 Кузнецов В.С., Волков А.С. Квадратурная АИМ, согласованная с непрерывным гауссовским каналом. - М.: Естественные и технические науки. 2018, № 12. - с.382-386.

5. Кузнецов В.С., Волков А.С, Солодков А.В. Передача и приём двухфазных сигналов одной несущей частоты. // 21-я Международная конференция "Цифровая обработка сигналов и её применение - DSPA - 2019". Москва, Россия. Доклады. Книга 1. - с.57-61.

6. Кузнецов В.С. Двухфазная система сигналов 2ФМ, согласованная с непрерывным гауссовским каналом. - М.: Естественные и технические науки. 2019, № 9. - с.135 - 140.

7. Кузнецов В.С., Сорока В.Г. Двухфазная система сигналов цифровой модуляции с эффективностью 17 бит на отсчёт. - М.: Естественные и технические науки. 2020, № 12. - с.189 - 195.

8. ЭЛВИС. Каталог для систем связи и радиолокации. - М.: www.multicore.ru, 2021. - 24 с.

Приложение.

Таблицы разрешённых дискретных значений начальных фаз и их тригонометрических функций

Таблица 1

№	φ_1^o	φ_2^o
1	0	11,25
2	22,5	33,75
3	45	56,25
4	67,5	78,75
5	90	101,25
6	112,5	123,75
7	135	146,25
8	157,5	168,75
9	180	191,25
10	202,5	213,75
11	225	236,25
12	247,5	258,75
13	270	281,25
14	292,5	303,75
15	315	326,25
16	337,5	348,75

Таблица 3

№	$ \cos(\frac{\varphi_{1,2} - \varphi_3}{2}) $
1	0,998795456
2	0,98917651
3	0,97003125
4	0,941544065
5	0,903989293
6	0,85772861
7	0,80320753
8	0,740951125
9	0,671558954
10	0,59570
11	0,514102744
12	0,427555
13	0,33689
14	0,24298018
15	0,146730474
16	0,049067674

Таблица 5

№	Амплитуда $A_{m,i}$, мкВ
1	15
2	18
3	21
4	24
5	27
6	30
7	33
8	36
9	39
10	42
11	45
12	48
13	51
14	54
15	57
16	60

Таблица 2

№	$\varphi_{1,2}^o$	№	$\varphi_{1,2}^o$
1	5,625	17	185,625
2	168,75	18	196,875
3	28,125	19	208,125
4	39,375	20	219,375
5	50,625	21	230,625
6	61,875	22	241,875
7	73,125	23	253,125
8	84,375	24	264,375
9	95,625	25	275,625
10	106,875	26	286,875
11	118,125	27	298,125
12	129,375	28	309,375
13	140,625	29	320,625
14	151,875	30	331,875
15	163,125	31	343,125
16	174,375	32	354,375

Таблица 4

№	$ \cos(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}) $
1	0,995184726
2	0,956940335
3	0,881921264
4	0,773010453
5	0,634393284
6	0,471397
7	0,290284677
8	0,09801714

Примечание. Начальная фаза φ_3 , $0^o \leq \varphi_3 \leq 348,75^o$, пробегает все значения начальных фаз φ_1 и φ_2 .

PHYSICAL AND CHEMICAL TRANSFORMATIONS OF COAL SUBSTANCE IN WEAK ELECTROMAGNETIC FIELDS**Holub N.***Cand. Sc. (Geol.), Associate Professor, Senior Lecturer, Department of General and Structural Geology, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine***Skobenko O.***Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor, Dean of the Faculty of Architecture, Civil Engineering and Land Management, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine***Kulivar V.***PhD, Assistant Lecturer of the Department of Construction, Geotechnics and Geomechanics, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine***Tereshkova O.***Cand. Sc. (Geol.), Associate Professor, Senior Lecturer, Department of General and Structural Geology, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine***Fedorenko E.***Cand. Sc. (Tech.), Senior Research Fellow, Branch for Physics of Mining Processes of the M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine***ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ВУГІЛЬНОЇ РЕЧОВИНИ У СЛАБКИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛЯХ****Голуб Н.***Доцент, канд. геол. наук, кафедра загальної та структурної геології, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна***Скобенко О.***Доцент, канд. техн. наук, декан факультету архітектури, будівництва та землеустрою, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна***Кулівар В.***Канд. техн. наук, асистент кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна***Терешкова О.***Доцент, канд. геол. наук, кафедра загальної та структурної геології, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна***Федоренко Е.***Кандидат технічних наук, старш. наук. співр., Відділення фізики гірничих процесів Інституту геотехнічної механіки НАН України, м. Дніпро, Україна
<https://doi.org/10.5281/zenodo.13619913>***Abstract**

The results of experimental studies of physicochemical transformations in fossil coal under the influence of electric and magnetic fields of low intensity are analyzed in a brief review. The processing temperature in all experiments did not exceed the range of 290-315 K; the pressure was $(1-2) \times 10^5$ Pa. The results of exposure of coal samples to electric and magnetic fields differ fundamentally in many parameters. It has been shown that after electric treatment, coal acquired an electret potential with ultra-long charge relaxation, the size of microparticles decreased by 15-29 %, gas production was activated, coal went into a more metastable state, and the heat of combustion decreased. After the magnetic field treatment, the size of microparticles increased by 11-210 %, the heat of combustion increased, and the properties of the coal approached the next in the carbonization series.

Анотація

У короткому огляді аналізуються результати експериментальних досліджень фізико-хімічних перетворень у викопному вугіллі під впливом електричних і магнітних полів слабкої напруженості. Температура обробки в усіх дослідах не виходила за межі діапазону 290-315 K; тиск становив $(1-2) \times 10^5$ Па. Результати дії на вугільні зразки електричного і магнітного полів за багатьма параметрами відрізняються принципово. Показано, що після електричної обробки вугілля набувало електретного потенціалу з надтривалою релаксацією заряду, розмір мікрочастинок зменшувався на 15-29 %, активувалася газовиділення, вугілля переходило у більш метастабільний стан, зменшувалася теплота згоряння. Після обробки магнітним полем розміри мікрочастинок зростали на 11-210 %, збільшувалась теплота згоряння, за властивостями вугілля наближалось до наступного у ряду вуглефікації.

Keywords: coal, processing, phase and structural transformations**Ключові слова:** вугілля, обробка, фазові і структурні перетворення

Викопне вугілля як джерело вуглеводнів у найбільших об'ємах споживається паливно-енергетичною галуззю, що у сучасному світовому енергетичному балансі складає близько 32 % і яке слугує цінною сировиною для металургійної та хімічної промисловості. Активний розвиток мають дослідження у таких напрямках переробки вугілля як гідрогенізація та гідроліз, з метою отримання рідкого і газоподібного палива. Використовується деякі марки вугілля у дослідженнях, що направлені на створення вуглецевих матеріалів з новими властивостями, систем зберігання електричної енергії, а також продуктів для органічного синтезу, нових видів пластмас тощо.

Разом з розвитком технологій переробки вугілля збільшується негативний вплив CH_4 і CO_2 на довкілля та екологічний стан вугледобувних регіонів. Взагалі споживання викопного палива, а кам'яного вугілля зокрема є дуже шкідливим та загрозливим для атмосфери планети, що безумовно стає дуже серйозною проблемою людства. У зв'язку з цим найбільшої актуальності набуває вирішення питання суттєвого зменшення тиску викидів газу CO_2 (у 2023 році зафіксовано викид 40 гігатонн) на атмосферу, що зможе пригальмувати зростання середньої температури, кліматичної кризи і глобальний вплив її на прискорення еволюції біосфери Землі.

З одного боку, більшість держав змушена базувати свої економіки на брудних викопних джерелах енергії, а з іншого – посилюється кліматична криза, то ефективним рішенням може бути створення екологічно захищених технологій як спалення і переробки вугілля, нафти, так і утилізація парникових газів. В дослідженнях особливостей фізико-хімічного стану вугілля, зразки якого не піддавали зовнішнім впливам [1-10], та перетворень мікроструктури вугілля після активної обробки переважно з використанням механічних [11-16], теплових та хімічних факторів [17-21], тобто факторів, що вважаються характерними для умов земної кори. При цьому велика кількість досліджень виконується з метою вивчення природи утворення викидонебезпечного стану з подальшим «раптовим» викидом вугілля й газу [23-32], дегазації та механізму генерації газу [33-37], явищу самозаймання вугілля [38, 39] і взагалі процесам самоорганізації речовини під час вуглефікації. Абсолютна більшість досліджень виконується із застосуванням потужних фізико-механічних факторів, так званого руйнівного характеру. У багатьох випадках експерименти не дають бажаних результатів, чи таких, що не коректно моделюють реальні умови, або не відповідають уявленням про той чи інший процес.

Фахівцями Національного гірничого університету (зараз Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» / Dnipro University of Technology) було розроблено і вперше застосовано метод обробки вугілля у слабких пульсуючих електромагнітних полях, що на обґрунтовану переконаність авторів, є найбільш імовірним додатковим фактором вуглефікації [40, 41]. Відповідно методики

підготовки та виконання експериментів з електромагнітної обробки вугілля використовувалися такі параметри: температура до 315 К, тиск до $2 \cdot 10^5$ Па, напруженість електричного поля до 300 В/см, магнітного до 4000 А/м, частота 50 Гц. Фізико-хімічні дослідження зразків обробленого вугілля виконувалися з використанням аналізів рентгено-структурного, електронно-парамагнітного резонансу, диференційної скануючої калориметрії, термічного, ядерно-магнітного резонансу (спектри ЯМР ^1H , ЯМР ^{13}C). Використовувалися методи хроматографії, імпульсної мікроскопії, дифракційного аналізу розмірів мікрочастинок, Інфрачервоної спектроскопії, спектри комбінаційного розсіювання тощо. Фізичні параметри, за винятком значення температури нагрівання і напруженості електричного поля, мало відрізнялися від застосованих раніше у [42, 43]. В результаті обробок вугільної речовини (кам'яного вугілля марок Д, Г, Ж, К, ОС і антрацитів [44-50]). Фізико-математичні моделі деградації та розриву хімічних зв'язків під впливом навіть дуже слабого електричного струму (мікроампери) обґрунтовані з залученням квантово-механічних закономірностей [51-59]. З розрахунку стійкості ланцюжків з атомів водню ($-\text{H}-\text{H}-\dots-\text{H}-$) і вуглецю ($=\text{C}=\text{C}=\text{C}=\dots=\text{C}=\text{C}=\text{C}=$) впливає, що стійкість залежить від типу атомів та їхньої кількості. Так, наприклад, водневий ланцюжок залишається стійким, якщо число атомів дорівнює 10. Водночас ланцюжок із 8 атомів вуглецю втрачає свою стійкість. Таким чином, розрахунки атомарних ланцюжків дають змогу визначити електронні терми та рівноважний стан міжатомних відстаней за умов, наприклад, впливу температури, електричного поля або тиску. Цінними результатами чисельного моделювання є можливість спостереження у динаміці хімічного акту. Для всіх марок вугілля, зразки яких оброблялись електричним полем, однією з характерних ознак є деструкція, що супроводжується активною емісією газів та зміною концентрації заліза. За даними [60] такі зміни відбуваються під час переходу вугілля у викидонебезпечний стан.

Результати впливу пульсуючого магнітного поля слабкої напруженості на фазові перетворення у мікроструктурі вугілля (марки Д, Г, К, Ж, А) вперше були одержані й коротко описані у [61-64]. В дослідженнях приділялася увага стимулюючій ролі магнітного поля у змінюванні фізико-хімічних характеристик вугілля в залежності від ступеню вуглефікації [65, 66], аналізувалися результати обробки магнітних полів у діапазоні напруженостей 150-4000 А/м і більше [67-70] з урахуванням температури нагрівання (10-45)°С, хімічних реакцій [71]. Принциповою відмінністю впливу магнітного поля від електричного є суттєве збільшення розмірів мікрочастинок вугілля, що є свідченням твердофазних реакцій між нерухомими компонентами поверхні вугільних частинок з рухомими компонентами (радикали, молекули), що пояснюється [72, 73] особливостями магнітно-спінових ефектів у хімічних реакціях [74]. В роботах [75-79] вивчалася дія двох параметрів – магнітного і електричного поля. Ок-

ремі результати досліджень викладені у [80], а найбільш повна інформація про фізичні та хімічні перетворення представлені в [81] та в огляді [82].

Найбільш впливові параметри обробки вугільної речовини, що використовувалися у експериментах, обмежені трьома комбінаціями: 1 – слабким електричним полем і температурою, 2 – слабким магнітним полем і температурою, 3 – слабкими електричними та магнітними полями і температурою. Без винятку у всіх експериментах аналізувалися лише кінцеві результати обробки, що природно для виконаних експериментів. З метою розширення сприйняття змін у мікроструктурі вугілля було запропоновано використовувати явище виникнення і поширення акустичних хвиль під час хімічних процесів (руйнування зв'язків, витікання газів тощо [83]. Перші результати виконаних досліджень припущених хімічних реакцій у мікроструктурі вугілля було опубліковано у роботах [84, 85].

Запропоновані фізичні моделі утворення вугілля [10, 86, 87] та особливості його еволюції від довгополум'яних (Д) до антрацитів (А) [82, 88] та гіпотези про природу викидонебезпечного вугілля [23, 24, 27, 28, 30-32] викликають певний інтерес, але при цьому мало переконливі, проте потребують експериментального підтвердження бодай хоча б одного хімічного акту еволюції. Інтерпретація експериментальних результатів завжди спиралася на відомі експериментальні дані, виконані іншими авторами [1-3, 7-9, 15, 19-26, 89, 90] та зокрема фахівцями Інституту фізики гірничих процесів НАН України [4, 91-100], Інституту геотехнічної механіки НАН України [101-104] та ін.

Автори вище цитованих робі аналізують перетворення у мікроструктурі вугілля під час обробок

електромагнітними полями з урахуванням відомого принципу Ле Шательє-Брауна. Система, що перебуває в стані термодинамічної рівноваги чи стійкої хімічної рівноваги, у разі зовнішнього впливу (зміни температури, тиску, концентрації реагуючих речовин, напруженості електромагнітних полів тощо) прагне повернутися в стан рівноваги, компенсуючи здійснений вплив таким чином, щоб зменшити наслідки цього збурення. Наприклад, під впливом високого тиску в системі утворюються високобарні фази [105], під впливом електричного поля – електропровідні фази (навіть у діелектриках [106]), а у магнітному полі протікають спин-селективні реакції (утворення додаткових компонентів [73, 82]). Складність інтерпретації експериментальних результатів обумовлена безпосередньо фізико-хімічним складом вугілля та дією водночас декількох конкурентних факторів: електричного поля, магнітного поля, температури й, тиску. Але допомагають результати досліджень проб вугілля, які не піддавалися обробці. При чому, відбирались проби безпечного за викидами вугілля й газу та викидонебезпечного вугілля різних марок [91-104, 105, 106].

Одержані результати свідчать про те, що у вугіллі, який відібраний з викидонебезпечного пласта, після обробки у магнітному полі збільшився вміст графітоподібних кристалевих структур (рис. 1), зменшилась концентрація радикалів і водночас збільшилась концентрація парамагнітних центрів (табл. 1), тобто умовно зразок вугілля зробив один крок до вугілля наступної стадії в ряду вуглефікації. Відмінність дії магнітного поля від електричного полягає в результатах змінювань розмірів діапазону мікрочастинок вугілля, рис. 2.

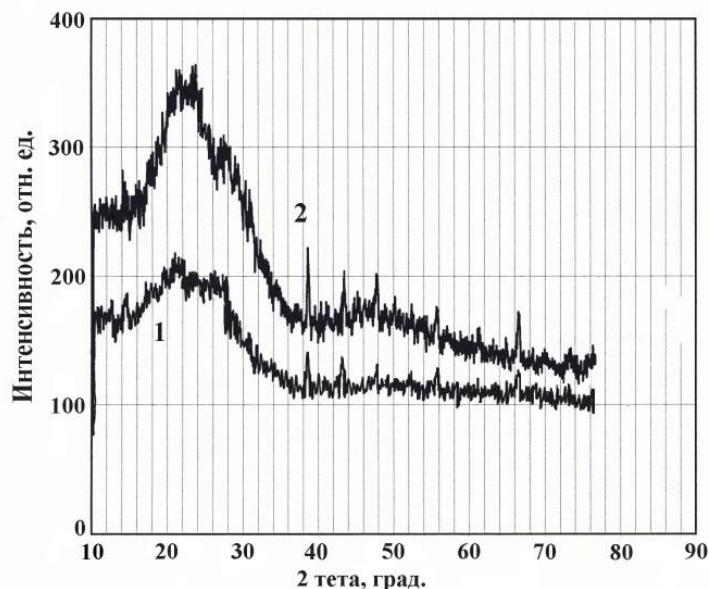


Рис. 1. Дифрактограми вугілля марки Ж: 1 – вихідна проба вугілля; 2 – проба, оброблена магнітним полем

Таблиця 1

Дані аналізу ЕПР вугілля марки Ж, обробленого електричним полем

№ проби Вугілля*	Маса проб, г	Концентрація ПМЦ в пробах вихіднихх / оброблених, $N \cdot 10^{19}, g^{-1}$	Ширина, ΔH проб Вихіднихх / оброблених, мТ
1	0,0086	4,35 / 5,63	6,45 / 6,51
2	0,0082	4,9 / 6,09	6,51 / 6,88

*для рентгеноструктурного аналізу були відібрані проби 1 і 2.

Встановлено особливості перетворень у зразках вугілля (марок Д, Г, Ж, А) після обробки слабкими магнітними полями при нагріванні до температури 120°C (табл. 2).

Дослідження показали, що хімічні реакції, які протікають у вугільній речовині, спрямовані головним чином на рекомбінацію вільних радикалів з активними органічними компонентами вугілля з утворенням стійких молекул газу (про що свідчать отримані дифрактограми, дані ЕПР, ЯМР, ІЧ-спектроскопії, калориметричного аналізу і таке інше).

Перетворення у вугіллі Д, Г, Ж і А, викликані магнітною стимуляцією, мають відмінності залежно від досліджуваної марки вугілля. Так на дифрактограмах вугілля Ж спостерігається поява чітких максимумів, зумовлена формуванням кристалічних фаз, що не характерно для вугілля марки Д, тобто реакції йдуть у напрямку зростання ступеню вуглефікації [73, 82, 88]. Слід зазначити, що цей ефект спостерігається вперше і свідчить про безумовну роль слабких магнітних полів у еволюції вугілля

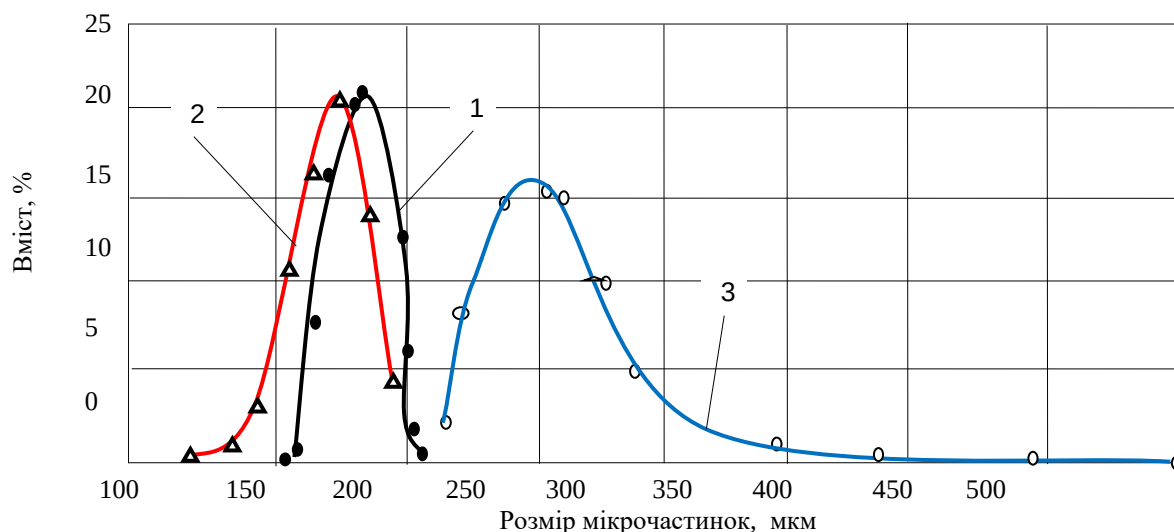


Рис. 2. Характер розподілу мікрочастинок фракції 200/160 за розмірами в залежності від способу фізичного впливу на вугілля фракції 160/200: 1 – здрібнене вугілля (вихідний зразок); 2 – обробка електричним полем; 3 – обробка магнітним полем

Характерною особливістю для антрацитів є зміна інтенсивностей максимумів I_1 і I_2 : у вихідному зразку антрациту $I_1/I_2 = 50/64$, після обробки $I_1/I_2 = 62/51$. Таким чином, у зразку антрациту після обробки в магнітному полі співвідношення часток аморфних фаз різного виду істотно змінилося порівняно з вихідним зразком. У результаті обробки кількість вуглеводнів знизилася, а графітоподібних фаз збільшилася.

Після обробки магнітним полем у зразках вугілля марки Г з'являються графітоподібні кристалічні фази - імовірно двовимірні (графен). Порівняно з вихідною структурою спостерігається не тільки утворення нових кристалічних структур, про що свідчить максимальне значення інтенсивності лінії, а й впорядкування періодичності в розташуванні частинок.

Таблиця 2

Головні результати калориметричного аналізу проб вугілля, оброблених електричним (ЕП) і магнітним полем (МП)

Найменування проби вугілля	Маса проби, мг	Діапазон розмірів частинок вугілля у пробі, мкм	Теплота згоряння вугілля, МДж/кг	Втрата маси вугілля при нагріванні до 120 °C	
				мг	%
Вихідний	6,2400	214 – 112	35,86	0,46	7,37
Оброблений ЕП	11,3000	182 – 80	35,72	0,24	2,12
Оброблений МП	7,8800	350 – 131	36,21	0,12	1,52

Фізичний механізм магнітного сценарію між-радикальних реакцій розглянуто з позиції енергетичного стимулювання впливом магнітних полів, тобто експериментально реалізовано ідею, згідно з якою коло радикальних пар, здатних рекомбінувати в стійкі молекули, значно розширюється (до 30%) навіть у разі впливу слабого магнітного поля.

Вплив магнітного поля на систему "органічна маса вугілля - радикали", окрім стимулювання магнітного сценарію міжрадикальних реакцій, призводить до стабілізації та зростання вуглецевих структур із регулярним розташуванням атомів (двовимірних сіток, ланцюжків тощо). Цей факт у подальших експериментах необхідно використати для досліджень, які могли б підтвердити (або спростувати) можливість еволюції вуглефікації, що протікає у зразках кам'яного вугілля. Слід також врахувати вплив температури, проте величина температури в експериментах не повинна перевищувати значення, що характерні для вугілля в природному заляганні.

Практичне застосування отриманих результатів щодо магнітної обробки вугілля може бути безпосередньо пов'язане зі створенням нового способу придушення викидонебезпечного стану у вугіллі.

Уперше отримано результати обробки вугілля електричним полем [41] у діапазоні температур, за яких у органічній масі вугілля не спостерігаються деструктивні процеси. Встановлено стимулюючу роль електричного поля в ініціюванні та розвитку деструктивних процесів у вугільній речовині, що супроводжуються утворенням високої концентрації рухомих компонентів (газу, радикалів). Дані підтверджено рентгеноструктурним аналізом, ЕПР і

числовими дослідженнями квантово-механічної моделі ланцюгових структур.

Деструктивні процеси, що протікають у вугіллі, супроводжуються зменшенням розмірів усіх фракцій діапазону мікрочастинок, рис. 2, що призводить відповідно до збільшення внутрішньої питомої поверхні та хімічної активності.

Для всіх дифрактограм, отриманих після обробки вугілля марок Д, Г, К, Ж електричним полем, характерне розмиття максимумів, що свідчить про збільшення ступеня «аморфності» порошку вугілля. Підтвердженням зменшення зернистості є дані про особливості розподілу мікрочастинок за розмірами, рис. 2. Вугілля, відібране із зони, утвореної внаслідок викиду, характеризується значно більшою сорбційною поверхнею, ніж вугілля того самого пласта, що не брало участі у викиді. Збільшення внутрішньої питомої поверхні вугілля в стані залягання пласта може бути наслідком деформації зсуву, хімічних реакцій. Особливістю результатів дослідження спектрів вугілля газового та жирного після обробки електричним полем, отриманих методом ЯМР ^1H , є значне зменшення характерного часу десорбції метану з обробленого вугілля. Десорбція з метанонасиченого вугілля, обробленого електричним полем, порівняно з вихідним вугіллем, зменшується лише на 3-5%, але при цьому, швидкість виділення метану істотно зростає. Так, для вугілля газового швидкість виділення метану втричі вища, для жирного - в 1,7 рази, для коксівного - в 1,25 рази, табл. 3. Зменшення газонасиченості зразків обробленого вугілля зумовлене додатковим виділенням метану органічною масою вугілля, в якій відбулися процеси деструктуризації під впливом слабого електричного поля.

Т таблиця 3

Зміна часу десорбції метану $T_{\text{дес}}$ з вихідного вугілля та обробленого електричним полем

Найменування марки вугілля	Время десорбции метана из угля, $T_{\text{дес}}$, минут	
	Вихідний (здрібнений)	оброблений (електричним полем)
Газовий («Г»)	25,9	8,6
Жирний («Ж»)	39,1	21,8
Коксівний («К»)	47,7	38,1

Схожу тенденцію характеру зміни часу десорбції метану було відмічено під час дослідження проб вугілля, відібраних на пластах із небезпечних зон. Так у [107] наведено результати десорбції метану з вугілля спокійних зон і із зони прояву раптових викидів. Швидкість десорбції метану відрізнялася незначною мірою очевидно тому, що проби відбирали з пласта з порушеною мікроструктурою. Вугілля після викиду характеризується низькою інтенсивністю виділення газу, що, можливо, зумовлено втратою колекторських властивостей. Можливо, причиною різкого загасання виділення газу є зниження хімічної активності органічної маси вугілля і, як наслідок, зниження запасу надлишкової енергії в стабілізованій мікроструктурі.

Дія слабого магнітного поля ініціює в кам'яному вугіллі магнітно-стимульовані спін-селективні хімічні реакції, характерні для газових і рідких

середовищ [108, 109]. Після обробки слабким електричним полем, табл. 4, розміри мікрочастинок вугілля зменшилися на 15 % - 29 %. Після обробки слабким магнітним полем розміри мікрочастинок збільшилися на 210 % (максимальні) і на 11 % (мінімальні). Найбільш термічно стійким є вугілля, оброблене магнітним полем (втрата маси становить 1,52 %). Про це свідчать результати диференціальної скануючої калориметрії, дифрактометрії порошків, розподіл мікрочастинок за розмірами тощо. Значення теплоти згоряння вугілля після обробки електричним і магнітним полями змінилося незначно. Вплив магнітного поля слабкої напруженості стимулює хімічні реакції, спрямовані загалом на перехід системи в більш стабільний стан, що характеризується меншим запасом надлишкової енергії.

Головні результати калориметричного аналізу вугілля марки Ж

№	Стан вугілля в пробі	Маса проби, мг	Розміри частинок вугілля за даними лазерного дифракційного аналізу, мкм		Втрата маси вугілля при нагріванні до 120 °С	
			максимальний	мінімальний	мг	%
1	Вихідний	6,24	214,7	116,2	0,46	7,37
2	Оброблений електричним полем	11,30	184 зменшення на 15 %	85 Зменшення на 29 %	0,24	2,12
3	Оброблений магнітним полем	7,88	450 Збільшення на 210 %	128 збільшення на 11 %	0,12	1,52

Крива на рис. 3 відображає тенденцію, що свідчить про збільшення концентрації заліза зі зменшенням розміру мікрочастинок (вугілля газове), тобто, практично повторюючи результати аналогічних досліджень із вугіллям жирним [107]. Відомо, що зі зменшенням розміру фракцій зростає хімічна активність вугілля. Після магнітної обробки концентрація заліза зросла до 3,72 % відносно необробленого (3,53 %) вугілля. Для порівняння показано значення концентрації заліза після впливу електричного поля (за рахунок подрібнення мікрочастинок) - 4,34 % заліза. На поверхнях фазових переходів відбуваються деструктивні процеси. Частина нерухомих компонентів конденсованої фази, руйнуючись, переходять у рухомі. У вугільних пластах

однією з основних ознак викидонебезпеки є «перетертість» (подрібненість) вугілля.

У викопному вугіллі, відібраному з викидонебезпечних зон, виявлено електретний стан, існування зовнішнього електричного поля якого значно перевищує максвеллівський час релаксації [110]. Автори встановили зв'язок між імовірністю викиду і величиною електретного заряду як критерію схильності вугілля до викиду. Відомо, що зразки вугілля в зовнішньому електричному полі набувають мікроскопічного електричного моменту, стаючи електретами. На практиці збудження електретного заряду в діелектриках проводять найчастіше за температур до 473 К, впливаючи зовнішнім електричним полем сильної напруженості 103...105 В/см [113]. Час заряджання не перевищує 240 хв.

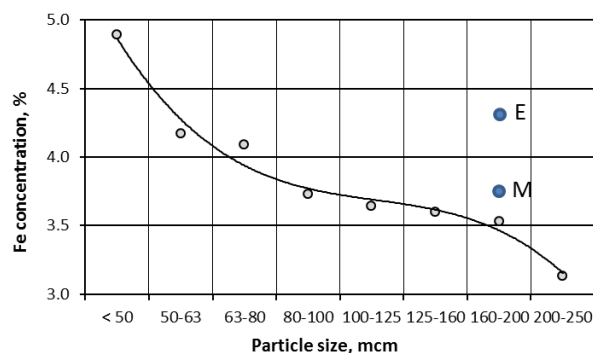


Рис. 3. Змінювання концентрації заліза в газовому відновленому вугіллі від фракційного складу: М і Е - вугілля фракції 200-160 мкм, оброблене слабкими напруженостями магнітного (М) та електричного (Е) поля [111]

Порівняльний аналіз параметрів електретного потенціалу і часу релаксації електретного заряду проводили з використанням проб вихідного вугілля, відібраного з викидонебезпечних зон вугільного пласта, і зразків вугілля з безпечних ділянок, оброблених слабким електричним полем. В експериментах використано впливи слабких електричних полів, характерних для ділянок земної кори в період тектонічної активності. Умови, в яких здійснювалася обробка зразків подрібненого вугілля, мали такі характеристики: температура 315 ± 5 К, напруженість зовнішнього пульсуючого електричного поля 200 ± 10 В/см, частота 50 Гц. У раніше

опублікованих наших роботах встановлено, що збільшення часу обробки зразків вугілля до 48 годин не призводить до суттєвого збільшення електретного заряду та часу його релаксації.

Зразки подрібненого вугілля після обробки електричним полем набували електретної різниці потенціалів, яку визначали за компенсаційною методикою [112]; у дослідженнях використано термодеполяризаційний аналіз [113].

Залежність зміни електретного потенціалу $U_{в.п.}$ від часу, рис. 4, свідчить про надповільну релаксацію електретного стану, збудженого слабким полем.

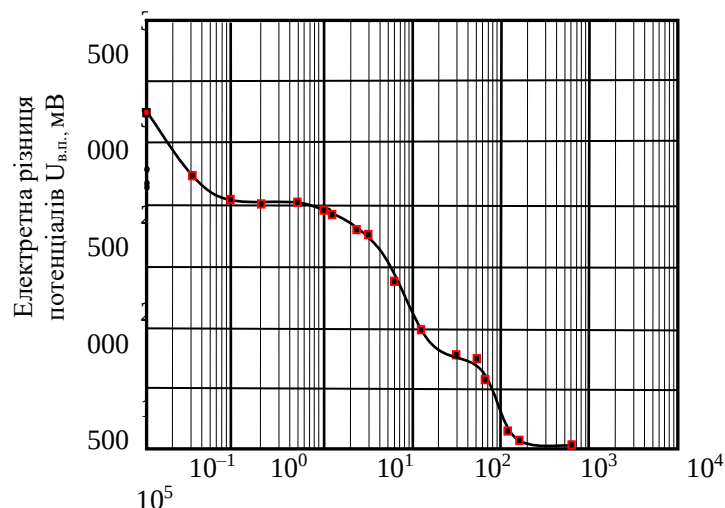


Рис. 4. Залежність характеру релаксації електретного потенціалу у зразку вугілля марки Ж після обробки в електричному полі слабкої напруженості

У хімічних реакціях, що протікають у вугіллі за атмосферного тиску, мірою ізобарного теплового ефекту реакцій слугує зміна ентальпії, яка є позитивною величиною. Найбільше значення ентальпії відповідає обробці вугілля електричним полем, дія якого призводить до руйнування найслабших зв'язків переважно вуглецевих і вуглеводневих ланцюжків, руйнування поверхневих атомарних шарів мікрочастинок вугілля, утворення молекул газу.

Ентальпія вугілля, обробленого електричним полем, перевищує значення ентальпії зразків після впливу магнітного поля на 2,5 МДж/кг. Як у першому, так і в другому випадку для утворення нових сполук системою поглинається тепло, але в разі

впливу магнітного поля частина хімічних реакцій проходить за механізмом поляризації спінів. Крім зміни ентальпії зменшується значення теплоти згоряння: вихідне вугілля (подрібнене) – 33,554 МДж/кг; після обробки магнітним полем – 34,180 МДж/кг; після обробки електричним полем – 33,070 МДж/кг. Аналогічна тенденція спостерігається також при обробці інших марок вугілля (табл. 5). Цей ефект може свідчити про збільшення співвідношення С/Н, тобто про значну "втрату" водню, пов'язану з утворенням нових вуглеводнів (метану, ацетилену, інших газів, зокрема важких вуглеводнів).

Таблиця 5

Основні показники диференціального термічного аналізу газового вугілля фракції 200-160 мкм

№	Зразок відновленого газового вугілля	Температура хімічної реакції, °С		Ентальпія утворення нової фази кДж/кг	Точка реакції Т, °С	Т _{max} , °С	Тепловий потік мДж/с
		початок	закінчення				
1	Вугілля вихідне (не подрібнене, шматки)	572,6	954,8	+2484,725	613,4	759,2	117,11
2	Подрібнене вугілля (вихідне 200/160)	258	565,9	+4991,564	269,8	488,1	98,98
3	Обробка подрібненого вугілля магнітним полем	649,8	683,4	+3279,787	669,3	770	107,18
4	Обробка подрібненого вугілля електричним полем	220,7	1045,8	+5777,176	287,1	472,6	100,26

Для усіх досліджених марок вугілля вище перераховані ефекти проявляються, але числові показники того чи іншого ефекту залежать від ступеню вуглефікації, а за великим рахунком залежать від вмісту вуглецю і концентрації вуглецевих фаз. Оскільки в експериментах враховувалися термодинамічний стан мікроструктури вугілля, напруженість електричних та магнітних полів в області слабкої напруженості, то у подальших дослідженнях використовували такі додаткові змінні вели-

чини як температура й тиск [84, 85]. Особливо цікавими і важливими виявилися результати обробки вугілля при температурах до 200°С.

Теоретичною базою методики досліджень реакції вугілля на дію фізичних полів в лабораторних умовах є моделювання термобаричних умов, в яких могло бути вугілля в геологічному минулому. Для цього використовувалися механічні, математичні, фізичні та фізико-хімічні методи. Використовувалися положення термодинаміки, механіки суціль-

ного середовища і закономірності просторового розподілу характеристик фізичних полів. Передбачається, що в модельованому геологічному середовищі генеруються флюїди, що виконують функції енергомасопереносу. Практична реалізація досліджень вимагала створення нестандартних технічних вузлів, оскільки одночасно було слід накласти три поля: механічне (однобічне стиснення), теплове та електричне. Для цього були виготовлені вузли вимірювального осередку, в якому створювалися статичні поля на час реєстрації параметрів (рис. 5).

При дослідженні зразків вугілля реєструвався ряд додаткових параметрів, які раніше не застосовувалися для характеристики вугілля. Вимірювальний осередок циліндрової форми, в яку поміщається модельований зразок, був виготовлений з теплоелектроізоляційного матеріалу підвищеної

міцності. При стисненні плунжерами-електродами порошкоподібне вугілля пресується, набуваючи форму таблетки. При деформації реєструвався ряд якісних і кількісних параметрів: спроможність вугільного порошку до пресування, усадку і міцність спресованої таблетки.

Вугільна таблетка виступає як самостійний об'єкт досліджень, яка несе в собі сліди дії тиску, температури, електричного і магнітного полів. При цьому варіації розмірів вугільних частинок, речовинного складу, стани структурної поверхні вугілля, наприклад, вогкості, стани поверхні стінок прес-форми, швидкостей дій можуть змінюватися в широких інтервалах. Загальна сила пресування не перевищувала $2 \cdot 10^8$ Па.

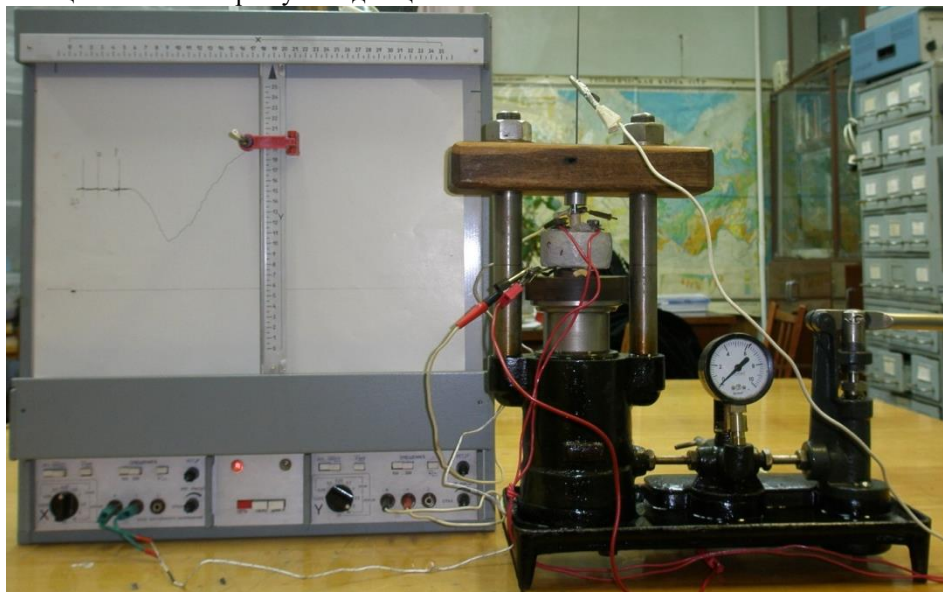


Рис. 5. Загальний вигляд установки для реєстрації електричних характеристик вугілля в електробаротермічному полі

Для дослідження виходу з вугілля вологи були зняті диференціальні термограми. Типовий хід

зміни різниці температур мікротермопар, розташованих в тому, що нагрівається і початковому термостатованому зразках представлені на рис. 6.

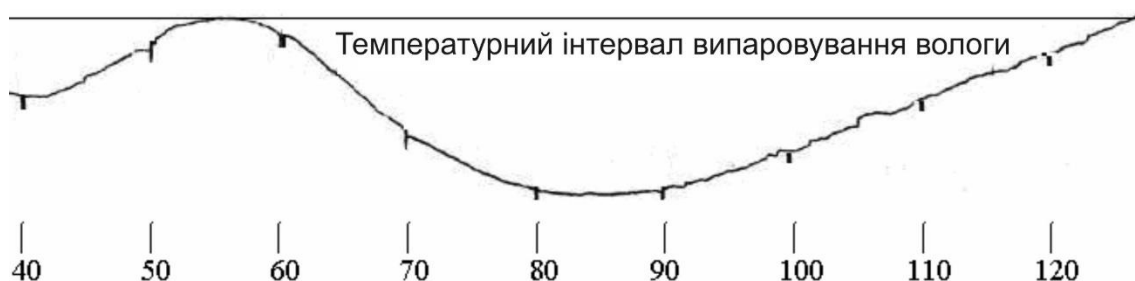


Рис. 6. Крива термограми зразка вугілля марки Ж

Якісне тлумачення одержаної кривої (рис. 6) акцентує увагу на дві ділянки, які чітко виділяються відносно до горизонтальної прямої. Це дві своєрідні негативні аномалії теплового розподілу в зразку при нагріванні, які свідчать про поглинання підве-

деної теплової енергії, що витрачається на деякі фізико-хімічні процеси. Якщо першу аномалію можна віднести за рахунок встановлення рівноважного стану у вимірювальній системі, то друга є аналітичним сигналом.

Друга негативна "теплова" аномалія може бути

пов'язана з процесом випаровування, тобто свідчить про вихід вологи з вугілля. Але процес випаровування – це поверхневий процес, який не може не бути пов'язаним з крупністю мікрочастинок випробовуваного вугільного зразка. Дійсно, ширина та інтенсивність другої негативної аномалії або термoeфекту змінюються. За попередніми експериментальними даними намічається тенденція до існування зв'язку між шириною аномалії і величиною відкритої поверхні випаровування (крупності частинок вугільного зразка). Для стандартної крупності – крупності аналітичної проби вугілля (марка Ж, пласт l_1) процес випаровування розвивається з 58–60°C і завершується при температурі біля 130°C. Слід звернути увагу при подальших дослідженнях на можливий зв'язок початку процесу випаровування у вугіллі з точкою інверсії на температурній залежності коефіцієнта ізотермічної стислості рідинної води при атмосферному тиску.

Якщо викладений матеріал співвіднести із стандартно одержуваними даними визначення вогкості вугілля методом просушування до постійної ваги при температурі 100–105°C, то можна у формулу визначення загальної вологи W^p за вмістом зовнішньої (робочої) $W_{\text{зовн.}}^p$ і внутрішньої (гігроскопічної) W^a вологою ввести уточнення шляхом заміни одного з членів у виразі:

$$W^p = W_{\text{зовн.}}^p + W^a \cdot \frac{100 - W_{\text{зовн.}}^p}{100}$$

на

$$W^p = W_{\text{зовн.}}^p + \Psi \cdot \int_{T_H}^{T_K} f(T) dT,$$

де другий множник може бути визначений за

температурою $f(T)$ (рис. 6) шляхом її інтеграції на ділянці другої аномалії і нормування набутого значення щодо вогкості еталонної речовини.

При зміні тиску положення на осі температур другої негативної аномалії змінюється. Зміна температури і тиску в досліджуваному зразку вугілля може призвести до зміни його електричних і магнітних характеристик.

Безперервна реєстрація аналітичного сигналу на двокоординатному самописці дозволяє одержати криву (електротермобарограму), представлену на графіку (рис. 7). Верхня крива одержана при надмірному тиску 100 атм, нижня – 800 атм.

Гранична температура нагріву вугільного зразка дорівнює 180°C. На рис 7 термограма дослідженого зразка вугілля поміщена між електротермобарограмами. Напруженість електричного поля складала 200 В/см, швидкість нагрівання – 10°C/хв. В обох випадках при досягненні граничної температури нагріву електричний опір пресованого вугілля починає зменшуватися, про що свідчить падіння напруги з наближенням до +180°C.

Інтерес представляє шумова смуга, що виникає на контакті активного електроду з поверхнею пресованого зразка, на який водночас впливають температура й тиск. Припускаємо, що дана шумова смуга пов'язана з проявом процесу випаровування вологи і її відходом із вимірювальної камери. На думку проф. В.Соболева схожі акустичні спектри є реакцією середовища на хімічні процеси, фазові перетворення, руйнування зв'язків та інші фізико-хімічні перетворення.

На рис 8 показано вид кривої електротермобарограми, що відображає вплив надмірного тиску, що східчасто подається (10⁷ Па; 3×10⁷ Па; 5×10⁷ Па; 8×10⁷ Па). Зміна надмірного тиску на кривій до 40 – 60°C не виявляється. Останнє твердження дозволяє зв'язати момент сприйнятливості до зовнішньої силової дії з початком інтенсифікації процесу випаровування у вугіллі.

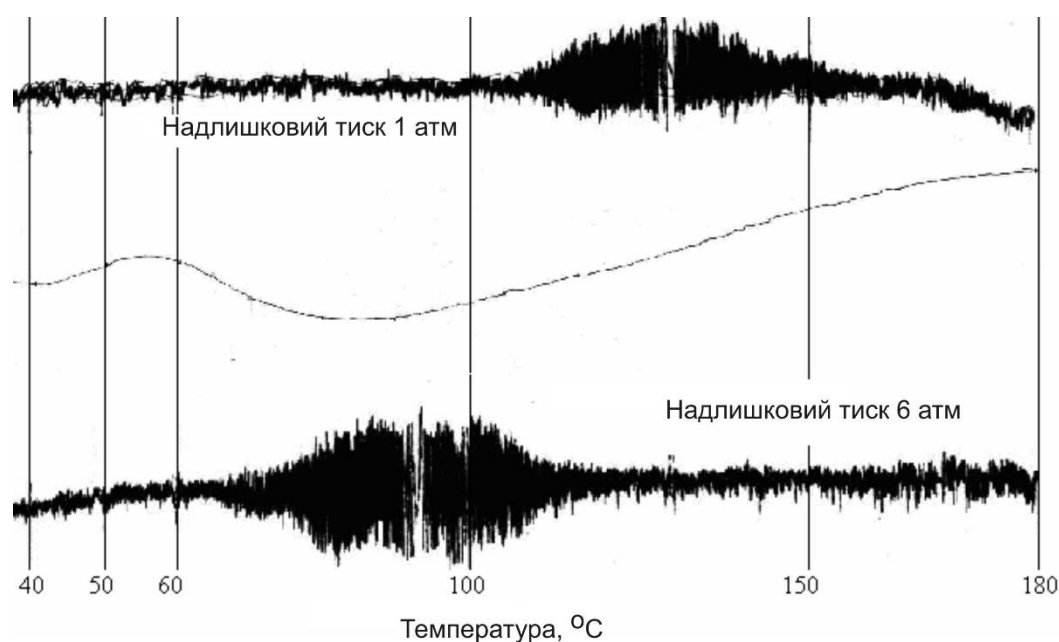


Рис. 7. Електротермобарограми зразків вугілля під час стиску та нагрівання

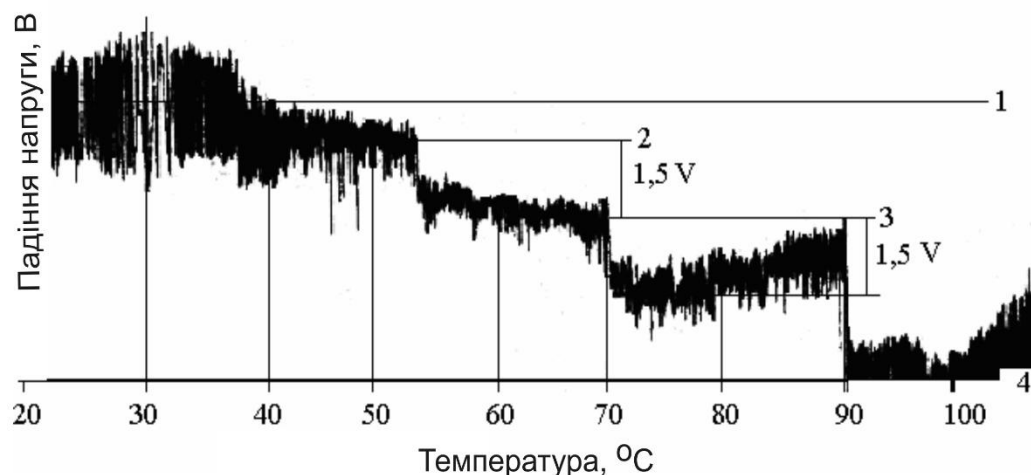


Рис. 8. Зміна електротермограми при східчастому навантаженні зразка:
1 – 10^7 ; 2 – 3×10^7 ; 3 – 5×10^7 ; 4 – 8×10^7 Па.

У табл. 6 показані значення тиску і температур, розраховані за методикою [120, 121]. З даних, приведених в табл. 6, витікає, що вугілля середніх стадій метаморфізму Ж і К не могли піддаватися впливу температури вище 200°C і тиску більше 150 МПа. Ці значення були вибрані за граничні значення, які при моделюванні не перевищувалися.

Речовинний склад вугілля марки Ж в Центральному районі Донбасу на 92% представлений вітринітом. Мікрокомпоненти групи вітриніту змінюються впродовж всього процесу формування вугілля. Тому опорним об'єктом досліджень вибраний концентрат цього мікрокомпонента. Технологія отримання концентратів вітриніту є достатньо простою. Технологія заснована на вищій крихкості інертинітової складової,

що йде, як правило, при руйнуванні в пиловий дріб'язок.

Виділений концентрат вітриніту різної крупності з вугілля марки Ж служив базовим матеріалом при отриманні експериментальних даних. Практична реалізація досліджень вимагала створення лабораторної установки з нестандартними технічними вузлами, оскільки в експериментах передбачалася одночасна дія на зразки вугілля трьох полів: механічного (одностороннє стиснення), теплового і електричного. Для цього був виготовлений спеціальний вимірювальний осередок, в якому створювалися статичні поля на час реєстрації електричних параметрів.

Таблиця 6
Максимальні значення температур і тиску, якому могло піддаватися вугілля при зануренні на глибину (розрахунки виконані О.С. Поляшовим)

Глибина, м	Тиск, МПа	Температура, $^\circ\text{C}$	Марка вугілля
1000	25,1	48	Б
2000	50,2	78	Б, Д
3000	75,3	108	Г, Ж
4000	100,4	138	Ж, К
5000	125,5	168	К, ОС
6000	150,5	198	Т, ПА
7000	175,7	228	ПА

Принципова електрична схема вимірювань показана на рис. 9. На ній приведено дві схеми реєстрації електричного сигналу при баротермоактивації вугілля. Аналоговий запис сигналу здійснювався за допомогою двокоординатного самописця типу Н-307. Швидкість нагрівання вугілля складала $5^\circ\text{C}/\text{хв}$. Тиск забезпечувався за допомогою настільного гідравлічного преса. Вхідний опір самописця виявився менше опору випробовуваного зразка вугілля. Зміна аналітичного сигналу, що знімається з вугільного зразка, в температурному діапазоні практично не вивчалася до температур 140°C при постійній присутності шумової складової. Типові

криві, отримані за схемою рис. 9,а, показані на рис. 10.

З аналізу отриманих по цій схемі кривих зроблені наступні висновки:

- падіння напруги на термобароактивуємому зразку вугілля, реєстроване по першій схемі, практично не міняється аж до 160°C , що дозволило зареєструвати "шуми", що накладаються;
- після 160°C стає помітно зменшення сигналу в результаті зменшення електричного опору вугілля, що активується (вугілля пристосовується до влову електричного поля шляхом зменшення опору);

- на термограмі виділяються два температурні інтервали (низько- і високотемпературний), яким відповідають дві ділянки зростання «шумів», відтворених при повторних випробуваннях дублікатів вугільних проб;
- у високотемпературному інтервалі 95–140°C відповідну «зачумлену» ділянку термограми можна віднести до такої, яка утворюється за рахунок руйнувань хімічних зв'язків та утворення вуглеводневих молекул або розвитку процесів на контактних поверхнях, наприклад, з перерозподілом і випаровуванням води (питання не вирішене; дискусійне);
- причини походження «шумів» в низькотемпературному інтервалі 30–40°C поки не ясні, можливо, вони пов'язані з поверхневими процесами,

обумовленими випаровуванням низькотемпературних флюїдів (враховуючи експериментальні результати з оброблення вугілля електричним полем, можна допустити що ці сигнали супроводжують деструктуризацію і зменшення розмірів мікрочастинок вугілля).

Зроблені висновки носять передбачуваний характер, проте дозволяють стверджувати, що «шуми», які фіксуються при вимірюванні електричних характеристик вугілля, можуть нести в собі аналітичну складову. При встановленні фізичної природи виникнення шумів вони є самостійним об'єктом досліджень, результати яких, якщо припустити, є слідством фізико-хімічних процесів у мікроструктурі вугілля.

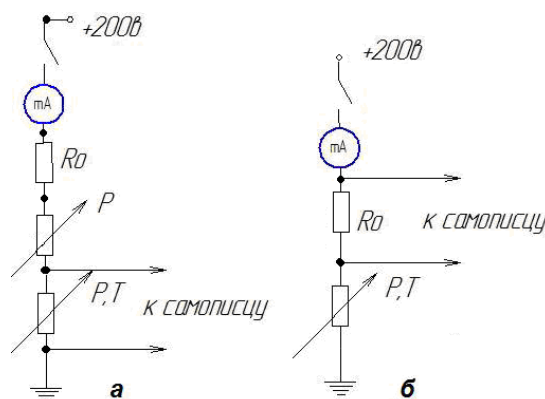


Рис. 9. Принципові електричні схеми вимірювань характеристик: а – при розділенні зразка вугілля на дві однакові наважки, одна з яких активується тиском, а інша – тиском при нагріванні; б – при використанні одного зразка, що активується тиском і нагріванням.

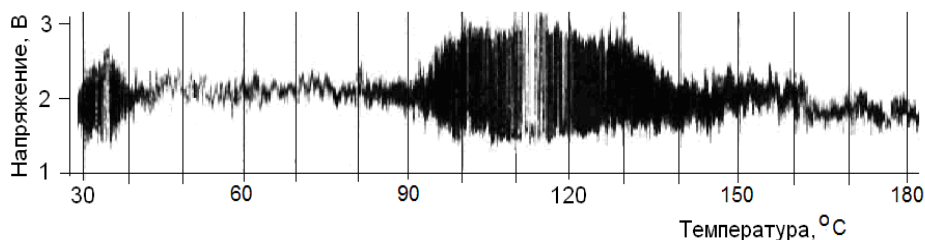


Рис. 10. Типова термобарограма, отримана за схемою, рис. 9, а

Вид кривих залежності електричного струму від температури, отриманих за схемою рис. 9, б, показано на рис. 11. З аналізу отриманих даних виходить наступне: «шуми» можуть бути пригнічені шунтуванням контрольованого зразка ємністю або підвищенням вхідного опору самописця. Реєстрація кривої за схемою схемі з опорним опором R_0 , відрізняється високою чутливістю до температури. Хід кривих зміни струму через вугілля,

що активується, – прямий (нагрівання) і зворотний (охолодження) починаються і закінчуються в загальних точках (початкова і кінцева точки співпадають). Розбіжність кривих в середній частині вказується відмінністю швидкостей нагріву і охолодження.

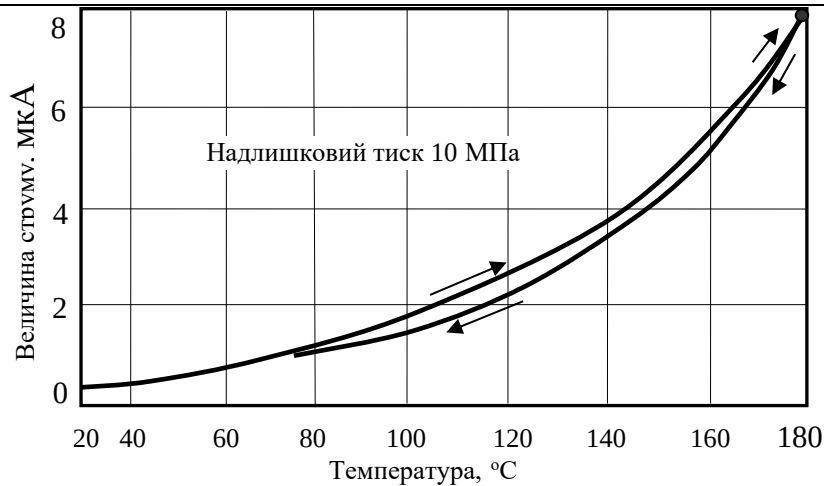


Рис. 11. Вид типової термобарограми, отриманої по другій схемі вимірювань, приведеної на рис. 3.9,б

Для провідників залежність питомого опору від температури є лінійною, а для напівпровідників і погано провідних речовин – експоненціальною:

$$\rho_T = A \cdot e^{-bT}, \quad (1)$$

де a , b – постійні величини [117, 118]. Така залежність була встановлена в [1119] для вугілля при нагріві в діапазоні температур 200-900 °С.

Після обробки аналогової інформації (рис. 11) були отримані залежності, що зв'язують струм (y мкА), що проходить через вугілля марки Ж, що активується, і температуру (x °С) при різному надмірному тиску (рис. 12):

$I = 0.124e^{0.025 \cdot T}$ – для надмірного тиску 56 МПа;

$I = 0.204e^{0.032 \cdot T}$ – для надмірного тиску 110 МПа;

$I = 0.553e^{0.028 \cdot T}$ – для надмірного тиску 170 МПа.

Перерахунок поточних значень струму в значення питомого електричного опору був виконаний з урахуванням розмірів вимірювального осередку при стабілізованій напрузі по формулі $\rho = 2,36 \cdot 10^6 / I$.

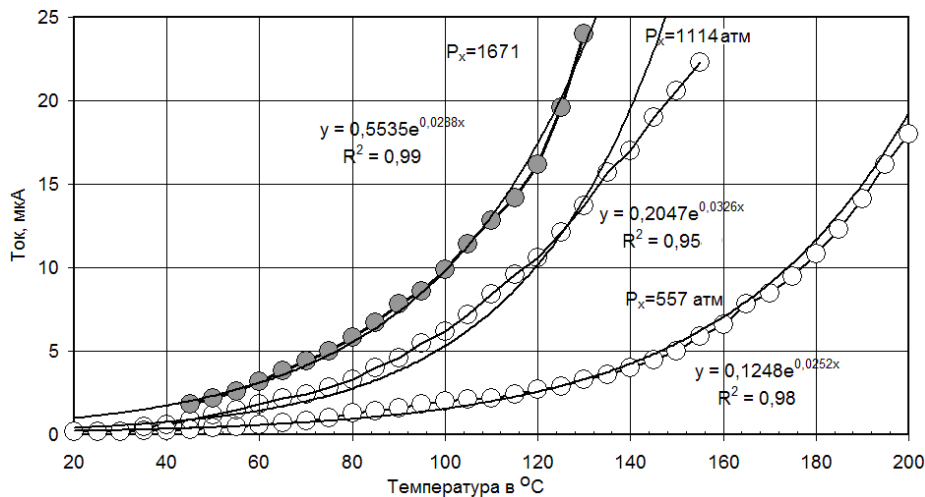


Рис.12. Зміна струму, що проходить при нагріві зразка вугілля при різному тиску стиснення

Результати зміни питомого опору вугілля при нагріві під надмірним тиском приведені на рис. 13. З аналізу кривих виходить, що вони описуються з високою надійністю експоненціальними залежностями (при коефіцієнті кореляції 0,99) вигляду (1):

$\rho_T = 19,40 \cdot 10^6 \cdot e^{-0.026 \cdot T}$ для надмірного тиску 56 МПа;

$\rho_T = 8,75 \cdot 10^6 \cdot e^{-0.031 \cdot T}$ для надмірного тиску 110 МПа;

$\rho_T = 4,26 \cdot 10^6 \cdot e^{-0.028 \cdot T}$ для надмірного тиску 170 МПа.

У приведених виразах температурний коефіцієнт близький до величини 0,03.

В цьому випадку зміна питомого опору від тиску при заданій температурі відрізняється більшою лінійністю, особливо при підвищеному тиску. Але точніше криві можуть бути описані експоненціальною залежністю вигляду (1). Отримані кореляційні залежності (коефіцієнт кореляції 0,96) мають такий вигляд:

$\rho_p = 12,39 \cdot 10^6 \cdot e^{-0.0015p}$ при постійній температурі 50°C;

$\rho_p = 1,16 \cdot 10^6 \cdot e^{-0.0017p}$ при постійній температурі 130°C.

$\rho_p = 2,28 \cdot 10^6 \cdot e^{-0.0014p}$ при постійній температурі 100°C;

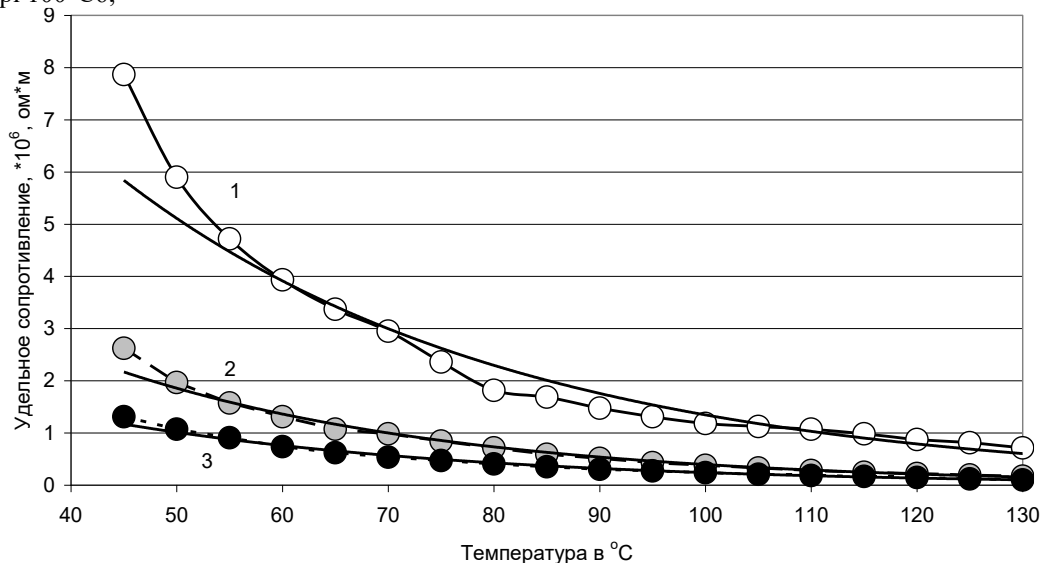


Рис. 13. Змінення питомого опору під час нагріву вугілля при надмірному тиску:
1 – 56 МПа; 2 – 110 МПа; 3 – 170 МПа

Звертає на себе увагу факт повернення електричних параметрів вугілля після обробок в початковий стан, що може указувати на відсутність істотних внутрішніх структурних і фазових змін у вугіллі у вибраних діапазонах термобароактивування або на стан нестабільності нової системи за нормальних умов. Проте, таке тлумачення свідчить про те, що не порівнюються фізичні умови експерименту, масштаб досліджуваної системи і аналогічні фактори, що впливають на вугілля у природному заляганні. Зміни електричних характеристик вугілля характеризують, таким чином, зовнішні дії, виконуючи функції своєрідного «термометра опорів».

В даному випадку коефіцієнт тиску – величина постійна. Тому вугілля в природних умовах виконує функцію енергобародатчика і вимірювання електричних параметрів, в першу чергу, повинно бути спрямовано на оцінку тиску і температури масиву порід.

Таким чином, залежність питомого електричного опору вугілля від температури поширена на інтервал надмірного тиску (до 170 МПа) і температур (20–200°C).

Аналогічні електричні, структурні та акустичні ефекти, що зафіксовані у і зразках вугілля під дією слабких електромагнітних полів, відповідних температур і тиску проявляються у викидонебезпечного вугілля.

«Шуми» слід пов'язувати з корисним електричним сигналом, що свідчить про можливі фізико-хімічні процеси, що протікають у вугіллі, інтерпретація якого дозволить істотно розширити можливості методів електрометрії в гірській справі. Інша точка зору про причини й природу «шумів» полягає в

тому, що це є акустичним відгуком вугілля на структурні й фазові перетворення.

Одержані нові наукові результати доцільно використовувати у вирішенні фундаментальної проблеми утворення вугілля та еволюції вугілля від бурого до антрацитів, у вирішенні актуальних питань, що пов'язані з проблемою природи раптових викидів вугілля й газу. Окрім цього, є визначені перспективні напрямки у створенні ефективних і екологічно чистих технологій зрідження та газифікації низькосортного вугілля.

Одним з головних і актуальних питань, які вимагають першочергового вирішення, є питання безпеки праці взагалі у вугледобувній промисловості й зокрема при підземному видобутку вугілля. Особливо велику загрозу в підземних умовах вугільних підприємств представляють такі газодинамічні явища як раптові викиди вугілля і газу, породи і газу [23, 24, 102-104]. У переважній більшості дослідження фізичних і хімічних властивостей вугільної речовини, у тому числі, після фізико-механічних, електромагнітних і механохімічних обробок та їх комбінацій виконуються з метою вивчення імовірних умов формування викидонебезпечного вугілля.

Більшість основних експериментальних результатів, наведених у цьому огляді, є новими властивостями вугілля і явищами, що протікають у його мікроструктурі під дією контрольованих тисків, температур, електричних і магнітних полів слабкої напруженості. Експериментально показано [82], що зовнішні фізичні впливи імітують дію природних факторів, викликаючи аналогічні ефекти. Інакше кажучи, додатковий вплив електричного

поля посилює активаційний вплив на розвиток хімічних реакцій у вугіллі та перехід їх у термодинамічно нестійку рівновагу, тобто в стан викидонебезпеки [16, 30, 31, 90, 12, 122].

Для розвитку робіт в області магнітної обробки необхідно проводити дослідження, пов'язані з розрахунком і вибором параметрів магнітних полів, з метою ефективного управління хімічними реакціями між радикалами у вугільній речовині. Від того, наскільки будуть обґрунтовані методи обробки вугілля, багато в чому залежатиме не тільки ефективність хімічних процесів, зокрема, але і доцільність практичного використання отриманих результатів, наприклад [123, 124], або способу запобігання утворенню нестабільно стійких станів, які у вугіллі характеризуються як викидонебезпечні – мікроструктура такого вугілля відрізняється дуже великим запасом надлишкової енергії

Факт магнітної стимуляції нарощування кристалічних фаз у подальших експериментах необхідно використовувати для досліджень, які могли б підтвердити (або спростувати) можливість експериментальної імітації процесу вуглефікації. Слід зауважити, що можливі теплові збурення до 320 К не зафіксовані і не призводять до таких фізико-хімічних змін у вугіллі, як це відбувається в результаті впливу слабого магнітного поля. Результати досліджень мають важливе наукове значення в області генезису вугілля взагалі і особливостей еволюції властивостей вугілля від довгополум'яних до антрацитів.

Електричне стимулювання фазових перетворень у вугіллі та їх хімічної активності в цілому є найважливішим напрямком досліджень, орієнтованих головним чином на можливе практичне використання в таких технологіях як збільшення калорійності, газифікація і зрідження низькосортного вугілля. Аналогія результатів обробки двома різними фізичними факторами: механохімічною активацією і електричним полем має важливе фундаментальне значення у науці про вугілля, особливо зв'язок його електричних властивостей зі схильністю до викидів

Список літератури:

1. Ван-Кревелен Д.В., Шуер Ж. (1960). *Наука об угле*. М.: Госгортехиздат, 303 с.
2. Саранчук В.І., Ільяшов М.О., Ошовський В.В., Білецький В.С. (2018). *Основи хімії і фізики горючих копалин*. Донецьк: Східний видавничий дім, 640 с.
3. Миронов К. В. (1975). *Метаморфизм углей и эпигенез вмещающих пород*. М.: Недра, 256 с.
4. Алексеев А.Д. (2010). *Физика угля и горных процессов*. К.: Наукова думка, 424 с.
5. Пиш'ев С. В., Братичак М.М. (2015). *Сучасні технології «чистого» вугілля*. Львів: Вид-во Львів. політехніки, 180 с
6. Соболев В.В., Поляшов А.С., Зберовский В.В., Ангеловский А.А., Чугунков И.Ф. (2013). *Система уголь-газ в углеводородах угольного генезиса*. Днепропетровск: Арт-Пресс, 248 с.

7. Агроскин А.А. (1965). *Физика угля*. М.: Недра, 352 с.
8. Саранчук В. И., Айруни А. Т., Ковалев К. Е. (1988). *Надмолекулярная организация, структура и свойства углей*. Киев: Наукова думка, 191 с.
9. Саранчук В. И., Русчев Д., Семененко В.К. и др. (1994). *Окисление и самовозгорание твердого топлива*. К.: Наукова думка, 264 с.
10. Соболев В.В., Колоколов О.В. (1999). О генезисе каменного угля. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, (3), 107–110.
11. Волярович М.П., Томашевская И.С., Будников В.А. (1979). *Механика горных пород при высоких давлениях*. М.: Наука, 152 с.
12. Симионеску А.К., Опреа К. (1970) *Механохимия высокомолекулярных соединений*. М.: Мир, 357 с.
13. Барамбойм Н.К. (1971). *Механохимия высокомолекулярных соединений*. М.: Химия, 384 с.
14. Хренкова Т.М., Чубарова М.А. (1973). Механохимия углей. *Химия твердого топлива*, (1), 62–65.
15. Соболев В.В. (2000). Комплекс физико-химических явлений, инициирующих выбросы угля и образование газа. *Научный вестник НГА Украины*, (4), 46–48.
16. Фролков Г.Д., Фандеев М.И., Малова Г.В., Фролков А.Г., Французов С.А., Соболев В.В. (1997). Влияние природной механоактивации на выбороопасность углей. *Химия твердого топлива*, (3), 22–33.
17. Эпштейн С.А., Гагарин С.Г., Минаев В.И., Барабанова О.В. (2005). Влияние термообработки каменных углей разной степени восстановленности на сорбцию диметилформамида. *Химия твердого топлива*, (5), 12–23.
18. Гагарин С.Г., Гюльмалиев А.М. (2002). Расчет теплоемкости ископаемых углей по элементарному составу и степени ароматичности органической массы. *Химия твердого топлива*, (3), 3–11.
19. Сергатуков А. Ф., Лизун С. А., бартошинская Е. С. (1980). Термостимулированная электропроводность как метод дифференциации углей по степени метаморфизма. *Химия твердого топлива*, (2), 16–22.
20. Гречишкина Н.В., Мирошникова Л.А. (2005). Электромагнитный анализ структуры угля. *Методы та прилади контролю якості*, (15), 80-81.
21. Агроскин А.А. (1959). *Тепловые и электрические свойства углей*. М.: Металлургиздат, 315 с.
22. Саранчук В.И., Бутузова Л.Ф., Минкова В.Н. (1993). *Термохимическая деструкция бурых углей*. К.: Наукова думка, 224 с.
23. Ходот В.Г. (1961). *Внезапные выбросы угля и газа*. М.: Госгортехиздат, 364 с.
24. Айруни А.Т. (1987). *Прогнозирование и предотвращение газодинамических явлений в угольных шахтах*. М.: Недра, 310 с..
25. Эттингер И.Л., Шульман Н.В. (1975). *Распределение метана в порых ископаемых углей*. М.: Наука, 112 с.

26. Фролков Г.Д. (2001). Механохимические эффекты с образованием газовой фазы при разрушении углей выбросоопасных шахтопластов (с. 152–153). *Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках*. Симферополь: Таврический университет.
27. Вереда В.С., Юрченко Б.К. (1973). К вопросу о возможных причинах выбросов угля, газа и породы в Донецком бассейне, (с. 301–308). *Вопросы теории выбросов угля, породы и газа*. К.: Наук. Думка.
28. Максимова Н.Е., Русьянова Н.Д., Мухаметзянова Е.Э., Тенина А.В. (1995). Изменение состава и структуры углей в выбросоопасных зонах угольного пласта и в процессе внезапного выброса угля и газа. *Химия твердого топлива*, (3), 28–31
30. Соболев В.В. (2003). К вопросу о природе образования выбросоопасных углей. *Сб. научных трудов НГУ*, 1, (17), 374–383.
31. Соболев В.В. (2009). Предполагаемые условия, причины и параметры образования выбросоопасных углей. *Форум гірників – 2009*. Д.: Нац. гірничий університет, 169–179.
32. Соболев В.В., Чернай А.В., Зберовский В.В., Поляшов А.С., Филиппов А.О. (2014). Физическая механика выбросоопасных углей: монография. Запорожье: Привоз Принт, 304 с.
33. Васючков Ю.Ф. (1976). *Дегазация угольного пласта с использованием физико химической обработки* (Обзор). М.: ЦНИИУголь, 68 с.
34. Крейнин Е.В., Федоров Н.А., Звягинцев К.Н., Пьянкова Т.М. (1982). *Подземная газификация угольных пластов*. М.: Недра, 150 с.
35. Васючков Ю.Ф. (1986). *Физико-химические способы дегазации угольных пластов*. М.: Недра, 152 с.
36. Фролков Г.Д., Фролков А.Г. (2005). К вопросу о генезисе угольного метана. *Уголь, – декабрь*, 25–27.
37. Zhihui Wen, Libo Zhang, Jianwei Wang, Xiangyu Xu, Yunpeng Yang, and Yanxia Zhao. (2022). Characteristics of Energy Conversion and Temperature Response of Coal Excited by a DC Electric Field. *ACS Omega*, 2022, 7, 39718-39726. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c03582>
38. Торро В. О., Ремезов А. В. (2015). Основные закономерности формирования очагов самонагрева угля. *Международный академический вестник*, 2(8), 137-143.
39. Deng J., Zhao J.Y., Zhang Y.N., Wang C.P., Huang A.C., Shu C.M. (2017). Thermal behavior and microcharacterization analysis of second-oxidized coal. *Journal of Thermal Analysis & amp.*, 127(1), 439-448.
40. Соболев В.В., Стариков А.П. (2012). *Физика горных пород*. Донецк: Донбасс, 456 с.
41. Соболев В.В., Чернай А.В., Черняк С.А. (2006). Роль электрического тока в стимулировании деструктивных процессов в каменном угле. *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион*. Техн. Науки, Приложение №9, 45-51.
42. Sobolev, V.V., Bondarenko, E.V. (1993). The change in granulometric composition of diamond crystals when treating synthesis products in electromagnetic field. *Sverkhtverdye Materialy*, (4), 57-58.
43. Соболев В.В., Бондаренко Е.В., Шарабура А.Д. (1993). Изменение зернового состава кристаллов алмаза при обработке металлоуглеродной смеси магнитным полем. *Тез. докл. III Межд. конф. "Прочность и пластичность материалов в условиях внешних энергетических воздействий"*. Николаев, 48-49.
44. Молчанов, АН; Стефанович, ЛИ; Кириллов, АК; Пичка, ТВ; Камчатный, АА; Соболев, ВВ; Рудаков, ДВ; Билан. НВ. (2018). Физико-химические превращения в механо- и электроактивированных каменных углях. *Физико-технические проблемы горного производства*, (20), 32-55. <http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0001078174>
5. Пивняк Г.Г., Соболев В.В., Филиппов А.О. (2012). Электрохимическая активация наноструктурных компонентов каменного угля. *Доповіди НАН України*, (1), 89-94.
46. Соболев В.В., Голик Л.А. (2015). Электро-стимулированное выделение газов из органической массы каменных углей (с. 60-62). *Материалы XI конф. «Разработка, использование и экологическая безопасность современных гранулированных и эмульсионных взрывчатых веществ»*. Кременчуг-Свялява. Кременчуг: КрНУ.
47. Соболев В.В., Билан Н.В., Дараган Т.В., Стефанович Л.И. (2019). Электростимулированная активация перехода органической массы угля в газ (с. 70-74). *Перспективи розвитку будівельних технологій* Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 187 с.
48. Соболев В.В., Рудаков Д.В., Степанов Д.В., Кириллов А.К. (2019). Образование электретного потенциала в каменных углях в результате воздействия слабого электрического поля (с.62-66). *Перспективи розвитку будівельних технологій*: Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 187 с.
49. Молчанов А.Н., Соболев В.В., Рудаков Д.В., Паульс И.М. (2019). Особенности десорбции метана из угля, обработанного слабым электрическим полем (с. 75-79). *Перспективи розвитку будівельних технологій*. Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 187 с.
50. Sobolev V., Molchanov A., Rudakov D. (2019). Physicochemical transformations in coals induced by electric fields. *Lap Lambert Academic Publishing*, 64 p.
- 51 Соболев В.В. (2010). Закономерности изменения энергии химической связи в поле точечного заряда. *Доповіди НАН України*, (4), 88-95; http://nbuv.gov.ua/UJRN/dnanu_2010_4_16
52. Sobolev V., Bilan N., Filippov A., Baskevich A. (2011). Electric stimulation of chemical reactions in coal (s. 125-130). *Technical and Geoinformational systems in Mining*; <https://doi.org/10.1201/b11586-11>.
53. Соболев В.В., Баскевич А.С., Билан Н.В., Филиппов А.О. (2011). Устойчивость наноструктуры каменного угля при воздействии электрического тока. *Науковий вісник НГУ*, (6), 80-84.

54. Соболев В.В., Баскевич А.С., Филиппов А.О. (2012). Электрохимическая активация и устойчивость наноструктурных компонентов каменного угля. *Матер. Междунар. научн.-практ. конф. "Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте"*, 405.
55. Пивняк Г.Г., Соболев В.В., Баскевич А.С. (2012). Устойчивость углеродсодержащих фаз в углях при прохождении слабого электрического тока. *Доп. НАН України*, (2), 107-113.
56. Чернай А.В., Соболев В.В. (2009). Математическая модель выброса угля и газа (с. 199-208). *Форум гірників – 2009. Матеріали міжнар. конф. "Підземні катастрофи: моделі, прогноз, запобігання"*. Днепропетровск: Нац. Гірн. ун-т.
57. Соболев В.В., Голик Л.А. (2015). Закономерности изменения спектров магнитного резонанса в каменных углях от действия различных физических факторов (с. 58-62). *5 научно-технич. конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Наукова весна - 2015"* Днепропетровск НГУ.
58. Соболев В.В., Баскевич А.С. (2022). Квантово-механическая оценка устойчивости химических связей в наноструктуре угля при прохождении слабого электрического тока (с.100-107). *trends of science and practice, tasks and ways to solve them. Proceedings of the XXV International Scientific and Practical Conference. Athens, Greece.* <https://doi.org/10.46299/ISG.2022.1.25>
59. Соболев В.В. (2023). Предполагаемые физические условия перехода углей в состояние неустойчивого химического равновесия (с. 27-36). *Scientific Collection «InterConf»*, (131), Таллинн, Эстония.. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7734879>
60. Ульянова Е.В., Разумов О.Н., Скоблик А.П. (2006). Железо и его связь с накоплением метана в углях. *Физико-технические проблемы горного производства*, (9), 20–31. URI: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/107631>
61. Черняк С.А., Соболев В.В. (2006). Фазовые превращения в каменном угле при воздействии магнитного поля. *Науковий вісник НГУ*, (1), 44–46.
62. Соболев В.В., Чернай А.В., Черняк С.А. (2006). Магнитное стимулирование фазовых превращений в каменном угле. *Strategy of Quality in Industry and Education*, Varna, 62-65.
63. Соболев В.В., Черняк С.А. (2006). Фазовые превращения в каменном угле при воздействии магнитных полей слабой напряженности (с.115-118). *Матеріали міжнародної конференції "Форум гірників-2006"*. Д.: Національний гірничий університет
64. Соболев В.В., Халимендик А.В. (2011). Фазовые превращения в наноструктуре угля при воздействии слабого магнитного поля (с.117). *Перспективы освоения подземного пространства: матер. 5-й междунар научно-технич. конф. аспирантов и студ.* 7-8 апреля. Д.: Національний гірничий університет.
65. Соболев В.В., Филиппов А.О. (2009). Магнітне стимулювання фазових перетворень у вугіллі марки Ж (с. 97-99). *Совершенствование технологии строительства шахт и подземных сооружений*. Сб. научн. тр. Вып 15. Донецк: Норд-Пресс, 2009.
66. Sobolev V., Bilan N., Samovik D. (2013). Magnetic stimulation of transformations in coal (SS. 221-225). *Mining of Mineral Deposits*; <https://doi.org/10.1201/b16354-40>
67. Соболев В.В., Филиппов А.О., Самовик Д.В. (2012). Зазимко В.И. Изменения структуры каменных углей при воздействии слабого магнитного поля. *Вісник Кременчуцького державного технічного ун-ту ім. М. Остроградського*, (1), 143-148.
68. Самовик Д.В., Соболев В.В. (2012). Изменения структуры каменных углей при воздействии слабого магнитного поля (с 181-184). *Сб матер VIII Межд конф "Стратегия качества в промышленности и образовании"* 8-15 июня 2012 Варна, Болгария, 2.
69. Соболев В.В., Самовик Д.В. (2015). Роль слабого магнитного поля в подавлении структурной неустойчивости каменных углей (с. 92-94). *Матер. XI. конф. «Разработка, использование и экологическая безопасность современных гранулированных и эмульсионных взрывчатых веществ»*, Кременчуг-Свялява. Кременчуг: КрНУ
70. Burchak A.B., Sobolev V.V., Bezruchko K.A., Kovrov O.S., Kurliak A.V., Yakh K.E. (2022). Impact of weak electromagnetic fields on the properties of coal substance. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2022, (5), 46-53; <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-5/046>
71. Соболев В.В., Самовик Д.В. (2015). Влияние магнитного поля слабой напряженности на химические реакции в каменных углях (с.96-103). *5 научно-технич. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых "Наукова весна - 2015"* Днепропетровск НГУ, 1-2 апреля.
72. Sobolev V.V., Rudakov D.V., Molchanov O.M., Stefanovych L.I., Kirillov A.K. (2019) Physical and chemical transformations in gas coal samples influenced by the weak magnetic field. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (6), 52-58 <https://doi.org/10.29202/nvngu/2019-6/8>
73. Sobolev V.V., Holub N.V., Tereshkova O.A. (2023). Magnetic stimulation of chemical reactions in coal. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (4), 2023, 48-55. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-4/048>
74. Бучаченко А.Л., Сагдеев Р.З., Салихов К.М. (1978). *Магнитные и спиновые эффекты в химических реакциях*. Новосибирск: Наука, 296 с.
75. Соболев В.В., Куливар В.В., Дарагнан Т.В. (2019). Особенности действия электрического и магнитного полей на микрочастицы измельченного угля (с. 8-9). *Матеріали X Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Наукова весна». –2019»*. Дніпро:НГУ том 7.

76. Соболев В.В., Голик Л.А. (2015). Закономерности изменения спектров магнитного резонанса в каменных углях от действия различных физических факторов (с. 58-62). *5 научно-технич. конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Наукова весна - 2015"* Днепропетровск НГУ,
77. Соболев В.В., Дараган Т.В. (2022). Особенности влияния слабых электрических и магнитных полей на изменение фракционного состава микрочастиц измельченного угля (с. 838-842). *Scientific Collection «InterConf»*, 100.; Denmark: Berlitz Forlag, 973 p. <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/inter-conf/issue/view/26-28.02.2022/720>
78. Pivnyak, G.G., Sobolev, V.V., Filippov, A.O. (2012) Phase transformations in bituminous coals under the influence of weak electric and magnetic fields. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (5), 43-49. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186000023>
79. Соболев В.В., Курляк А.В., Дараган Т.В. (2022). Изменения характеристик спектров ЭПР угля марки «Ж» от вида физических воздействий (pp. 140-146). *XIX International scientific and practical conference «modern problems in science»*, 17-20 may. Vancouver, Canada. <https://doi.org/10.46299/ISG.2022.1.19>
80. Molchanov, O., Rudakov, D., Soboliev, V., Kamchatnyi, O. (2018) Destabilization of the hard coal microstructure by a weak electric field. *E3S Web of Conferences*, 60, 00023 (2018); <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186000023>
81. Молчанов, АН; Стефанович, ЛИ; Кириллов, АК; Пичка, ТВ; Камчатный, АА; Соболев, ВВ; Рудаков, ДВ; Билан. НВ. (2018). Физико-химические превращения в механо- и электроактивированных каменных углях. Физико-технические проблемы горного производства, (20), 32-55. <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0001078174>
82. Bazaluk, O., Sobolev, V., Molchanov, O., Burchak, O., Bezruchko, K., Holub, N., Tereshkova, O., Kulivar, V., Fedorenko, E., Lozynskyi, V. *2024). Changes in the stability of coal microstructure under the influence of weak electromagnetic fields. *Scientific Reports*, 14, 1304. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51575-w>
83. Семашко Н. А., Шпорт В. И., Марьин Б. Н. (2002). *Акустическая эмиссия в экспериментальном материаловедении*. М.: Машиностроение.
84. Соболев В.В., Поляшов А.С., Тарасенко В.Г. (2008). Изменения электрических характеристик углей при избыточных давлениях и температуре. *Наук. Віс. НГУ*, (7), 82–86.
85. Тарасенко В.Г., Соболев В.В., Поляшов А.С. (2010). О природе шумов при измерениях электрических характеристик углей. *Уголь Украины*, (4), 41-42.
86. Соболев В.В. (1996). Физико-химический механизм образования каменного угля (с. 161). В кн.: *Закономерности эволюции земной коры*. Тез. докл. в 2-х т. Т.2. Санкт-Петербург.
87. *Мала гірнича енциклопедія*: у 3 т. /за ред. В. С. Білецького. Донецьк: Донбас, 2004, Т. 1: А–К, 640 с.
88. Rudakov D., Sobolev V. (2019). A Mathematical Model of Gas Flow during Coal Outburst Initiation. *International Journal of Mining Science and Technology*, 29, (5), 791-796; <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2019.02.002>
89. Еремин И.В., Гагарин С.Г. (1999). Моделирование зональности метаморфизма ископаемых углей. *Химия твердого топлива*, (6), 11-21.
90. Кирееенкова С.М., Соболев Г.А. (2005). О возможности изучения природных процессов на наномасштабном уровне в физике Земли. *Геофизические исследования*. М.: Из-во ИФЗ РАН, (1), 108–115.
91. Стефанович Л.И., Соболев В.В., Молчанов А.Н., Билан Н.В., Камчатный Н.А., Пронский Е.А. (2017). Применение импедансной спектроскопии для определения трещиноватости газонасыщенных угольных пластов в реальных условиях забоя. *физико-технические проблемы горного производства*, (19), 91-107.
92. Василенко Т.А., Кириллов А.К., Соболев В.В., Дорошкевич А.С., Пронский Е.А. (2017). Изменение электрофизических параметров увлажненного каменного угля при магнитоимпульсном воздействии. *Физико-технические проблемы горного производства*, (19), 5-18.
93. Стефанович Л.И., Волчанов А.Н., Камчатный А.А. Соболев В.В., Билан Н.В. (2018). Импедансная спектроскопия газонасыщенного угольного пласта в условиях медленной его разгрузки. *Геотехнічна механіка*, (142), 13-24.
94. Стефанович Л.И., Соболев В.В., Рудаков Д.В., Билан Н.В (2019). Анализ развития трещиноватости газонасыщенных ископаемых углей для разных условий разгрузки угольного пласта. Горная механика, (149), 26-37.
95. Василенко, Т.А., Кириллов, А.К.; Соболев, В.В.; Дорошкевич, А.С. Пронский, Е.А. (2018). Исследование иерархической структуры углей донецкого бассейна методом малоуглового рассеяния нейтронов. *Физико-технические проблемы горного производства*: 36. наук. праць, (20), 7-19.
96. Васильковский В.А. (2020). Особенности кинетики десорбции метана из угля в накопительный сосуд. *Физико-технические проблемы горного производства*, (22), 5-18; <https://doi.org/10.37101/ftpgp22.01.001>
97. Алексеев А.Д., Василенко Т.А., Гуменник К.В., Калугина Н.А., Фельдман Э.П. (2007). Диффузионно-фильтрационная модель выхода метана. *Журнал технической физики*, 77, (4), 65-74;
98. Алексеев А.Д., Ульянова Е.В., Коврига Н.Н., Смоланов И.Н. (2001). Исследование фазового состояния метана в углях. *Физико-технические проблемы горного производства*. Донецк: ООО «Апекс», (3), 3-8.
99. Kang Ping Chen. (2011). A new mechanistic model for prediction of instantaneous coal outbursts / Dedicated to the memory of Prof. Daniel D. Joseph. *International Journal of Coal Geology*, 87, 72–79.

100. Алексеев, А.Д., Стариков Г.П., Чистоклетов В. Н. (2010). *Прогнозирование неустойчивости системы уголь-газ*. Донецк: Ноулидж.
101. Бурчак О.В. (2010). Парамагнітні властивості кам'яного вугілля як показники стану речовини. *Геотехнічна механіка*, (88), 40–45.
102. Шевелев Г. А., Лукинов В.В. (2002). Газоносность горных пород Донбасса. *Геотехническая механика*, (33), 3–7.
103. Булат А. Ф., Скипочка С. И., Паламарчук Т. А. (2010). *Метаногенерация в угольных пластах*. Днепропетровск: Лири ЛТД, 328 с.
104. Bulat, A. F., & Dyrda, V. I. (2013). Some problems of gas-dynamic phenomena in coal massif in the context of nonlinear nonequilibrium thermodynamics. *Geotekhnicheskaya mekhanika*, 108, 3-29.
105. Соболев В.В., Слободской В.Я. (1985). Кристаллизация сверхтвердых фаз из углерода твёрдого раствора. *Кристаллография*, 30(6), 1213-1214.
106. Soboliev, V., & Bilan, N. (2015). Electrothermal stimulation of chemical reactions in mixture of calcite and silicon powders. *New Developments in Mining Engineering 2015* (pp. 343-348): *Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining*, 616 p. <https://doi.org/10.1201/b19901-59>.
107. Ульянова Е.В. (2012). *Структурные и композиционные перестройки в ископаемых углях. Связь микроструктуры с кинетикой горных процессов*. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing.
108. Хренкова Т.М. (1993). *Механохимическая активация углей*. Москва: Недра.
109. Алексеев А.Д., Ульянова Е.В., Трачевский В.В., Ивашук Л.И., Зимина С.В. (2010). Применение методов комбинационного рассеяния и ядерного магнитного резонанса для исследования генезиса структуры углеродных наноматериалов природного происхождения. *Физика и техника высоких давлений*, 20 (3), 126-140.
110. Зайцев П.П., Малова Г.В., Панченко Е.М. (1992). Электрические свойства выбросоопасных каменных углей и прогнозирование выброса угля и газа. *Химия твердого топлива*, (5), 88–92.
111. Soboliev, V., Rudakov, D., Stefanovych L.I., Jach K. (2017). Physical and mathematical modelling of the conditions of coal and gas outbursts. *Mining of Mineral Deposits*, 11 (3), 40-49; <https://doi.org/10.15407/mining11.03.040>;
112. Гриднев С.А. (1997). Диэлектрики с нестабильной электрической поляризацией. *Соросовский образовательный журнал*, (5), 105-111.
113. Гороховатский Ю.А. (1981). *Основы термодеполаризационного анализа*. Москва: Наука
114. *Прикладная термобарогеохимия*. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского ун-та, 1992, 169 с.
115. *Методическое пособие по комплексной геофизической диагностике породного массива и подземных геотехнических систем*. Днепропетровск: ИГТМ НАН Украины им. Н.С. Полякова, 2004, 75 с.
116. Поляшов А.С. (2001). К вопросу о природе сорбирования углем метана. *Науковий вісник НГАУ*, (1), 20–23.
117. Эберт Г. (1963). *Краткий справочник по физике*. М.: Изд-во физ.-мат. лит., 552 с.
118. *Измерения в промышленности*. Справ. Изд. в 3-х кн. Кн. 2. *Способы измерения и аппаратура*: М.: Металлургия, 1990, 384 с.
119. Широков А.З. (1975). Опыт применения новых методов при исследовании высокометаморфизованных антрацитов // *Геол. Журн.*, 35, (6), 126–131.
120. Соболев В.В., Чернай А.В., Билан Н.В., Филиппов А.О. (2009). Образование газа как результат механодеструкции органической массы угля. *Форум гірників – 2009. Матеріали міжнар. конф. "Підземні катастрофи: моделі, прогноз, запобігання"*. Д.: Нац. Гірн. ун-т, 186-191.
121. Соболев В.В., Кулівар В.В. (2021). Фізико-хімічна модель утворення викидонебезпечного вугілля (59-69). *Physical and Chemical Geotechnologies: Collection of scientific works from Scientific and Practical Conference*. Dnipro University of Technology. Dnipro: NTU DP, 134 p. <https://doi.org/10.33271/pcgt.21.09>
122. Соболев В.В., Чернай А.В., Баскевич А.С. (2009). Изменение энергии связи углеводородных цепочек каменного угля при физико-механических воздействиях. *Форум гірників – 2009. Матеріали міжнар. конф. "Підземні катастрофи: моделі, прогноз, запобігання"*. Д.: Нац. Гірн. ун-т, 179-186.
123. Соболев В.В., Муха В.І., Поляшов О.С., Білопухов Е.В., Джигота О.Д. (2002). *Спосіб гідрогенізації вугілля*. Патент № 50078, Україна, Бюл.№10.
124. Соболев В.В., Черняк С.О., Білан Н.В. (2008). *Спосіб газифікації вугілля*. Патент № 83950, Україна. Промислова власність. Офіційний бюлетень, №16.

№139/2024

Norwegian Journal of development of the International Science

ISSN 3453-9875

It was established in November 2016 with support from the Norwegian Academy of Science.

DESCRIPTION

The Norwegian Journal of Development of the International Science, established in 2016 with support from the Norwegian Academy of Science, offers a platform for global researchers, academics, and students. Publishing 24 times annually, it covers current science topics. Submitting your article provides exposure to a diverse audience, enhancing your career. Our commitment to research and SEO ensures timely visibility. Submit to the Norwegian Journal of Development of the International Science today and join esteemed authors.

Editor in chief – Karin Kristiansen (University of Oslo, Norway)

The assistant of the editor in chief – Olof Hansen

- James Smith (University of Birmingham, UK)
- Kristian Nilsen (University Centre in Svalbard, Norway)
- Arne Jensen (Norwegian University of Science and Technology, Norway)
- Sander Svein (University of Tromsø, Norway)
- Lena Meyer (University of Gothenburg, Sweden)
- Hans Rasmussen (University of Southern Denmark, Denmark)
- Chantal Girard (ESC Rennes School of Business, France)
- Ann Claes (University of Groningen, Netherlands)
- Ingrid Karlsen (University of Oslo, Norway)
- Terje Gruterson (Norwegian Institute of Public Health, Norway)
- Sander Langfjord (University Hospital, Norway)
- Fredrik Mardosas (Oslo and Akershus University College, Norway)
- Emil Berger (Ministry of Agriculture and Food, Norway)
- Sofie Olsen (BioFokus, Norway)
- Rolf Ulrich Becker (University of Duisburg-Essen, Germany)
- Lutz Jäncke (University of Zürich, Switzerland)
- Elizabeth Davies (University of Glasgow, UK)
- Chan Jiang (Peking University, China) and other independent experts

1000 copies

Norwegian Journal of development of the International Science

Iduns gate 4A, 0178, Oslo, Norway

email: publish@nor-ijournal.com

site: <https://nor-ijournal.com>



© 2024 The Norwegian Journal of Development of the International Science

nor-ijournal.com

