

DOI: 10.21209/2227-9245  
DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4

ISSN 2227-9245  
eISSN 2500-1728

# ВЕСТНИК

ЗАБАЙКАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА 2022  
Том 28. № 4

TRANSBAIKAL STATE UNIVERSITY JOURNAL  
Bulletin of ZabGU

Чита  
Забайкальский государственный университет  
2022

Основан  
в 1995 г.

Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО  
«Забайкальский государственный  
университет»

Юридический адрес: 672039,  
Забайкальский край, г. Чита,  
ул. Александро-Заводская, 30

Адрес редакции: 672039, г. Чита,  
ул. Александро-Заводская, 30, каб. 320

Тел.: +7 (3022) 21-88-73  
E-mail: rik-romanova-chita@mail.ru  
Web-сайт: <http://zabvestnik.com>

Журнал зарегистрирован Федеральной  
службой по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых  
коммуникаций (Роскомнадзор).  
Свидетельство о регистрации СМИ  
ПИ № ФС 77-71265 от 17.10.2017 г.

Периодичность издания: 10 номеров в год.  
Журнал «Вестник Забайкальского государственного университета» до № 8 (87) 2012 г. выходил под названием «Вестник Читинского государственного университета»

Журнал «Вестник Забайкальского государственного университета» имеет отдельно издаваемое приложение – журнал «Аспирант» (ISSN 2074-9155), периодичность издания: 2 номера в год

**Журнал рекомендован ВАК РФ для публикации результатов исследований на соискание ученой степени кандидата и доктора наук**

Научные направления журнала:

- науки о Земле;
- политология;
- экономические науки

Журнал включен в:

- систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ);
- базу данных ВИНИТИ РАН;
- НЭБ «КиберЛенинка»;
- каталог периодических изданий Ulrich's Periodicals Directory

Подписку на журнал «Вестник ЗабГУ» можно оформить в любом почтовом отделении. Подлинной индекс по федеральному почтовому Объединенному каталогу «Пресса России» и интернет-каталогу «Российская периодика» – [www.aprk.org](http://www.aprk.org): 82102.

Подписка осуществляется и через редакцию. Цена свободная.

Все материалы, опубликованные в научном журнале «Вестник ЗабГУ», являются авторскими и защищены авторскими правами. Перевод материалов и их переиздание в любой форме, включая электронную, возможны только с письменного разрешения редакционной коллегии.

Авторы несут полную ответственность за подбор и изложение фактов, содержащихся в статьях, высказываемые взгляды могут не отражать точку зрения редакции

Фотографии предоставлены авторами и опубликованы с их согласия

# Вестник ЗабГУ

## теоретический и научно-практический журнал

### Редакционная коллегия

#### Главный редактор

– Романова Н. П., д-р социол. наук, профессор;

Ответственный секретарь – Мязин В. П., д-р техн. наук, Заслуженный профессор ЗабГУ;

Редакторы перевода – Каплина С. Е., д-р пед. наук, профессор;

– Кучинская Т. Н., д-р филос. наук, доцент;

– Шевчук Т. Р.;

Литературный редактор – Петрова И. В., канд. социол. наук

### Drafting committee

#### **Editor-in-chief**

#### **Assistant editor**

#### **Editor of translation**

#### **Literary editor**

#### **Technical editor**

- Romanova N. P., scientific editor, doctor of sociological sciences, professor;
- Myazin V. P., doctor of technical sciences, Honored Professor of ZabGU;
- Kaplina S. E., doctor of pedagogical sciences, professor;
- Kuchinskaya T. N., doctor of philosophical sciences, associate professor;
- Shevchuk T. R.;
- Petrova I. V., candidate of sociological sciences

### Editorial board

**Chairman of editorial board:** S. A. Ivanov, doctor of technical sciences, professor, rector, Transbaikal State University;

**Vice chairman of editorial board:** A. N. Khatikova, doctor of technical sciences, professor, prorector on scientific and innovative work, Transbaikal State University

### Members of editorial board

#### **Earth sciences**

**1.6.10 – Geology, prospecting and exploration of minerals, minerageny (geological and mineralogical, technical science)** – I. V. Bychkov, doctor of technical sciences, professor, academician RAS (Irkutsk); A. A. Kirdyashkin, doctor of technical sciences, professor RAS (Novosibirsk); V. N. Oparin, doctor of physical and mathematical sciences, professor, corresponding member RAS (Novosibirsk); Yu. V. Pavlenko, doctor of geological and mineralogical sciences, professor (Chita); S. M. Sinitsa, doctor of geological and mineralogical sciences, professor (Chita); G. A. Yurgenson, doctor of geological and mineralogical sciences, professor, Honored Scientist of the Russian Federation, (Chita);

**2.8.9 – Processing of minerals (technical science)** – V. R. Alekseev, doctor of geographical sciences, professor, corresponding member, Academy of Water Management, honorary member of the Russian Geographical Society (Yakutsk); A. G. Kirdyashkin, doctor of technical sciences, professor RAS, Honored Scientist of the Russian Federation, laureate of the State Prize of the Russian Federation (Novosibirsk); V. I. Rostovcev, doctor of technical sciences (Novosibirsk); N. N. Orechova, doctor of technical sciences, professor (Magnitogorsk); A. G. Sekisov, doctor of technical sciences, professor, IMA SB RAS (Khabarovsk); V. P. Myazin, doctor of technical sciences, Honored Professor of ZabGU (Chita); V. Ya. Potapov, doctor of technical sciences, professor, Mining Mechanics department (Yekaterinburg); I. V. Shadrunkova, doctor of technical sciences, professor (Moscow);

**1.6.21 – Geoeology (geological and mineralogical sciences)** – V. N. Zaslonsky, doctor of technical sciences, professor (Chita); E. V. Zelinskaya, doctor of technical sciences, professor, Department of Mineral Processing and Environmental Protection (Irkutsk); V. N. Makarov, doctor of geological and mineralogical sciences, professor (Yakutsk); L. V. Shumilova, doctor of technical sciences, professor (Chita)

#### **Politology**

**5.5.2 – Political institutions, processes and technologies (political science)** – T. E. Beydina, doctor of political sciences, professor (Chita); O. V. Omelychkin, doctor of political sciences, professor (Kemerovo); T. B. Tserenova, doctor of political sciences, associate professor (Ulan-Ude)

**5.5.4 – International relations (political science)** – V. V. Grib, doctor of law sciences, associate professor (Moscow); A. V. Zhukov, doctor of philosophical sciences, professor, (Chita); E. V. Matveeva, doctor of political sciences, Honored Worker of Science and Education RAE (Kemerovo); V. F. Pecheritsa, doctor of historical sciences, professor (Vladivostok)

**23.00.05 – Political regionalism. Ethnopolitics (political science)** – A. D. Voskresensky, doctor of political sciences, professor (Moscow); Yu. A. Zulyar, doctor of historical sciences, professor (Irkutsk); A. A. Protosevich, doctor of law sciences, professor (Irkutsk); I. V. Romanova, doctor of sociological sciences, professor (Chita); Yu. N. Tuganov, doctor of law sciences, professor (Moscow); A. S. Chesnokov, doctor of political sciences, associate professor, First Secretary of the Embassy of the Russian Federation in the Republic of Kenya (Yekaterinburg)

#### **Economics**

**08.00.05 – Economy and management of national economy (by industry and field of activity)** – S. A. Gorodkova, doctor of economic sciences, professor, Economics and Accounting department (Chita); E. A. Malyshev, doctor of economic sciences, professor (St. Petersburg); M. S. Oborin, doctor of economic sciences, professor, Economic Analysis and Statistics department (Perm); O. P. Sanzhina, doctor of economic sciences, professor (Ulan-Ude); S. A. Shelkovnikov, doctor of economic sciences, professor (Novosibirsk);

**5.2.4 – Finance (economic sciences)** – E. S. Vylkova, doctor of economic sciences, professor (St. Petersburg); I. P. Glazyrina, doctor of economic sciences, professor (Chita); L. Kokh, doctor of economic sciences, professor (St. Petersburg);

**5.2.5 – World economy (economic sciences)** – N. I. Atanov, doctor of economic sciences, professor (Ulan-Ude); V. Yu. Burov, doctor of economic sciences, associate professor (Chita); E. L. Dugina, doctor of economic sciences, professor (Ulan-Ude)

### Members of international editorial board

**Earth sciences:** V. R. Alabiev, doctor of technical sciences (Ukraine); H. G. Asadov, doctor of technical sciences (Azerbaijan Republic); O. Baastyn, doctor of geographical sciences (Mongolia); V. S. Voloshin, doctor of technical sciences, professor (Ukraine); B. Zh. Zhumabaev, doctor of technical sciences (Kyrgyz Republic); K. Ch. Kozhogulov, doctor of technical sciences, professor (Kirghiz Republic); Ch. V. Kolev, professor (Bulgaria); Nguen Khoay Tiayu, doctor, professor (Vietnam); N. B. Ryspanov, doctor of technical sciences (Republic of Kazakhstan)

**Politology:** An Sen Ir, professor (China); Van Chzhi Khua, doctor of law sciences, professor (China); K. Demberel, candidate of historical sciences (Mongolia); Liu Jingquan, doctor of literary studies (China); Z. Shmyt, professor (Poland); T. T. Shobolotov, doctor of political sciences (Kyrgyz Republic); Yan Shufang, doctor of philosophical sciences (China)

**Economics:** Mayu Michigami, doctor of economic sciences, professor (Japan); L. G. Hassel, doctor of economic sciences, professor (Sweden); L. Oyunsetseg, doctor of economic sciences, professor (Mongolia)

## Содержание

### Науки о Земле

Алабьев В. Р., Купенко И. В., Барсук Н. Д., Демин В. И. Обоснование параметров прочности и устойчивости горной выработки в системе «породный массив – анкер – модифицированный бетон» .....	6
Михайлов А. Н., Овсейчук В. А. Влияние различных реагентов на эффективность подземного скважинного выщелачивания урана из руд Хиагдинского месторождения .....	16
Овсейчук В. А., Михайлов А. Н. Полупромышленные испытания применения окислителей при скважинном выщелачивании гидрогенных руд месторождений Хиагдинского рудного поля .....	28
Орехова Н. Н., Глаголева И. В., Ефимова Ю. Ю., Горлова О. Е. Минералогические и текстурно-структурные особенности лежалого вельц-клинкера .....	35
Халилова Х. С. Метод динамических измерений и оптимальной оценки степени проникновения морского солевого аэрозоля в береговые производственные зоны .....	50

### Политология

Давыборец Е. Н., Владимирова Д. А., Абрамова М. Е. Восточный экономический форум как инструмент развития российского Дальнего Востока .....	56
--	----

### Экономические науки

Берген Д. Н. Методические предложения по оценке и повышению энергетической безопасности систем теплоснабжения РФ .....	65
Воронова Д. Ю., Марченко С. С. Разработка системы управления формированием и развитием soft skills персонала в условиях цифровой экономики ..	73
Глебова А. Г., Васильев И. А. Применение мирового опыта ЕPCM-контрактов в России .....	86
Глезман Л. В., Федосеева С. С. Оценка взаимосвязи промышленного производства и экологического профиля региона .....	96
Глотко А. В., Шелковников С. А., Кузнецова И. Г. Направления развития туризма на трансграничных горных территориях .....	108
Неснова М. В. Судостроительный рынок России: состояние и перспективы.....	117
Останин В. А., Печерица В. Ф., Бояркина А. В. Российско-китайское экономическое сотрудничество в концепции глобальной цифровизации .....	126

### Есть мнение...

Салихов В. С. Феномен пульсирующих озёр Торея (Забайкалье).....	135
--	-----

### Персоналии

Иванов С. А. – председатель редакционного совета журнала «Вестник Забайкальского государственного университета» .....	142
--	-----

## Contents

### Earth sciences

Alabyev V., Kupenko I., Basruk N., Demin V. Substantiation of Strength and Stability Parameters of Mining in The System "Rock Mass – Anchor – Modified Concrete" .....	6
Mikhailov A., Ovseychuk V. Studies of the Various Reagents effect on the Efficiency of Underground Borehole Leaching of Uranium from the ores of the Khiagdinsky Deposit.....	16
Ovseychuk V., Mikhailov A. Semi-industrial Tests of the use of Oxidants in the Downhole Leaching of Hydrogenic ores of the Deposits of the Khiagdinsky ore field .....	28
Orekhova N., Glagoleva I., Efimova J., Gorlova O. Study of Mineralogical and Textural-Structural Features of Old Weltz-Clinker .....	35
Khalilova Kh. Method of Dynamic Measurements and Optimal Assessment of the Penetration Degree of Marine Salt Aerosol Into Coastal Production Zones .....	50

### Politology

Davyborets E., Vladimirova D., Abramova M. The Eastern Economic Forum as a Tool for the Development of the Russian Far East .....	56
--	----

### Economics

Bergen D. Methodological proposals for assessing and improving the energy security of heat supply systems in the Russian Federation .	65
Voronova D., Marchenko S. Development of a management system for the formation and development of soft skills of personnel in the digital economy...	73
Glebova A., Vasiliev I. Problems of applying the world experience of EPCM contracts in Russia .....	86
Glezman L., Fedoseeva S. Assessment of the Relationship of Industrial Production and the Environmental Profile of the Region.....	96
Glotko A., Shelkovnikov S., Kuznetsova I. Directions of tourism development in cross-border mountain territories .....	108
Nesnova M. Analysis of the Current Situation in the Russian Shipbuilding Market .....	117
Ostanin V., Pecheritsa V., Boyarkina A. Russian-Chinese Economic Cooperation in the Concept of Global Digitalization .....	126

### There is an opinion...

Salikhov V. The Phenomenon of Pulsating Lakes of Torey (Transbaikalia) .....	135
---	-----

### Personalities

Ivanov S. A. – Chairman of the Editorial Board of the journal "Bulletin of the Trans-Baikal State University" .....	142
---	-----

# Науки о Земле

УДК 62

DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-6-15

## ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЧНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ В СИСТЕМЕ «ПОРОДНЫЙ МАССИВ – АНКЕР – МОДИФИЦИРОВАННЫЙ БЕТОН»

## SUBSTANTIATION OF STRENGTH AND STABILITY PARAMETERS OF MINING IN THE SYSTEM “ROCK MASS – ANCHOR – MODIFIED CONCRETE”



**В. Р. Алабьев,**  
Кубанский государственный  
технологический университет,  
г. Краснодар  
avr.09@mail.ru



**И. В. Купенко,**  
Донецкий национальный  
технический университет,  
г. Донецк  
ivk1978@mail.ru



**Н. Д. Барсук,**  
Донецкий национальный  
технический университет,  
г. Донецк  
barsuk\_nikita93@mail.ru



**В. И. Демин,**  
Кубанский государственный  
технологический университет,  
г. Краснодар  
avr.09@mail.ru

**V. Alabyev,**  
Kuban State Technological  
University, Krasnodar

**I. Kupenko,**  
Donetsk National Technical  
University, Donetsk

**N. Basruk,**  
Donetsk National Technical  
University, Donetsk

**V. Demin,**  
Kuban State Technological  
University, Krasnodar

Отсутствие в Донецком бассейне анкерного крепления породного массива с использованием модифицированного бетона снижает безопасность ведения горных работ, не обеспечивает его длительную прочность и устойчивость в выработках глубоких угольных шахт. Объект исследования – горные выработки в системе «породный массив – модифицированный бетон – анкер». Предмет исследования – обоснование параметров прочности и устойчивости горной выработки. Цель исследования – раскрыть закономерности напряженно-деформированного состояния системы «породный массив – модифицированный бетон – анкер» для обоснования параметров закрепления породного массива, обеспечивающих безопасность ведения горных работ, повышение устойчивости и снижение затрат на проведение горных выработок глубоких угольных шахт. *Методы исследования:* математическое моделирование напряженно-деформированного состояния системы «породный массив – анкер – модифицированный бетон». Рассмотрена расчетная схема породного массива, представленного в виде толстой оболочки с анизотропными слоями пород под действием горного давления и двумя граничными условиями. Приведена математическая модель напряженно-деформированного состояния (НДС) системы «породный массив-анкер-модифицированный бетон». Полученные результаты исследований напряжений и номограмма по определению безразмерных величин позволили обосновать параметры системы, обеспечивающие ее прочность и устойчивость в горных выработках глубоких угольных шахт

**Ключевые слова:** горная выработка, породный массив, анкер, модифицированный бетон, напряжения, перемещения, прочность, устойчивость, угольные шахты, крепь

The absence of a rock mass anchoring in the Donetsk basin using modified concrete reduces the safety of mining operations and does not ensure its long-term strength and stability in the workings of deep coal mines. The object of the research is mining in the system “rock mass – modified concrete anchor”. The subject of the research is the substantiation of the strength and stability parameters of mining. The purpose of the research is to reveal the regularities of the stress-strain state of the “rock mass - modified concrete anchor” system to substantiate the parameters of fixing the rock mass, ensuring the safety of mining operations, increasing sta-

bility and reducing the cost of mining deep coal mines. *The research methods:* mathematical modeling of the stress-strain state of the "rock mass – anchor – modified concrete" system. The design scheme of a rock mass presented in the form of a thick shell with anisotropic layers of rocks under the influence of rock pressure and two boundary conditions is considered. A mathematical model of the stress-strain state (VAT) of the "rock mass-anchor-modified concrete" system is given. The obtained results of stress studies and a nomogram for the dimensionless quantities determination allowed the authors to substantiate the parameters of the system that ensure its strength and stability in the mine workings of deep coal mines

**Key words:** mining, rock mass, anchor, modified concrete, stresses, displacements, strength, stability, coal mines, support

**В**ведение. Важнейшей задачей угольной промышленности, как одной из ведущих отраслей народного хозяйства, является повышение производительности труда и снижение себестоимости продукции, что достигается, в том числе, за счет совершенствования способов крепления и поддержания капитальных и подготовительных выработок, создания и широкого внедрения надежных и экономичных видов крепи.

В Донецком бассейне до 30 % случаев травматизма при ведении подготовительных работ происходит в забойной части тупиковых выработок из-за несвоевременной установки или отсутствия временного крепления. При этом ежегодно ремонтируется около 31 % выработок от общей протяженности, а затраты на их поддержание, стоимость крепления и трудоемкость работ постоянно увеличиваются. Большинство горных выработок закреплено долговременными крепями, в основном – металлической и сборной железобетонной крепью, что связано с большими материальными затратами [10].

Крепление породного массива тупиковой выработки с помощью анкерной крепи повышает его прочность и устойчивость, обеспечивает сокращение трудоемкости работ по креплению, снижение затрат, улучшение условий труда и значительное повышение технико-экономических показателей добычи угля [1].

За рубежом на угольных шахтах, при сохраняющемся преобладании металлической рамной крепи, определилась устойчивая тенденция к росту объемов применения анкерной и набрызгбетонной крепей, как наиболее перспективная, используемая самостоятельно и в сочетании друг с другом и элементами других крепей [11].

Для отечественной угольной промышленности получены результаты исследований

напряженно-деформированного состояния (НДС) породных массивов горных выработок, закрепленных отдельно анкерами или набрызгбетоном [2; 5; 7; 8]. Однако в первом случае не устраняются трещины наиболее напряженного нижнего слоя массива, которые, как показали результаты ранее проведенных экспериментальных исследований, составляют 80...95 % [3], являясь источником хрупкого разрушения, во втором – незначительно увеличивается жесткость, что является недостаточным для обеспечения его прочности и устойчивости в выработках глубоких шахт.

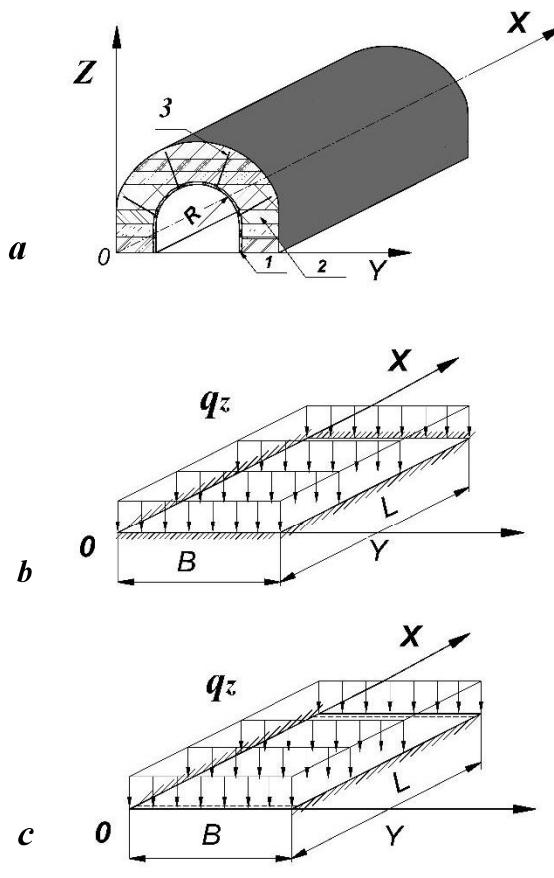
**Объект исследования** – горные выработки в системе «породный массив – модифицированный бетон – анкер».

**Предмет исследования** – обоснование параметров прочности и устойчивости горной выработки.

**Цель исследования** – раскрыть закономерности напряженно-деформированного состояния системы «породный массив – модифицированный бетон – анкер» для обоснования параметров закрепления породного массива, обеспечивающих безопасность ведения горных работ, повышение устойчивости и снижение затрат на проведение горных выработок глубоких угольных шахт.

**Методы исследования.** Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния системы «породный массив – анкер – модифицированный бетон».

**Результаты исследования.** Расчетная схема породного массива горной выработки, представленного в виде многослойной толстой оболочки с трансверсально изотропными слоями под действием распределенной нагрузки  $q_z$  от действия горного давления, четыре или два края которых защемлены, другие – шарнирно оперты, приведена на рис. 1.



*Рис. 1. Расчетная схема системы «породный массив – анкер – модифицированный бетон» горной выработки (а) с граничными условиями: все края защемлены (б), два края защемлены, два других – свободно опертые (с): 1 – слой модифицированного бетона; 2 – массив горных пород; 3 – анкер / Fig. 1. Design scheme of the “rock mass – anchor – modified concrete” mining system (a) with boundary conditions: all edges are pinched (b), two edges are pinched, the other two are freely supported (c): 1 – a layer of modified concrete; 2 – an array of rocks; 3 – anchor*

Для решения задачи о НДС системы «породный массив – анкер – модифицированный бетон» использован вариационный метод Ритца [12], а критерии устойчивости в плоскости  $yoz$  (по ширине и кровле выработки) и прочности для интенсивности напряжений  $\sigma_i$  (предела пропорциональности  $\sigma_{pl}$ ), максимальных нормальных  $\sigma_{max(p,c)}$  и касательных  $\tau_{max}$  напряжений, представленные в виде следующих функциональных зависимостей от параметров соответственно:

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_y^2 - \sigma_y \sigma_z + \sigma_z^2 + 3\tau_{yz}^2} \leq \sigma_{pl}, w \leq w_n \quad (1)$$

$$\sigma_{max(p,c)}, \tau(L, B, f, H, R, t_a, E_i, v_i, q_z, i, S, BC)_{max} \leq \leq \sigma_{pl}, \leq \tau_p, \quad (2)$$

где  $L$ ,  $B$ ,  $f$  – длина, ширина и максимальная высота выработки соответственно, м;

$R$  – радиус кривизны выработки, м;

$t_a$  – расстояние между анкерами, м;

$E_i, v_i$  – модуль нормальной упругости, МПа, и коэффициент Пуассона  $i$ -го слоя оболочки;

$S$  – количество слоев породного массива;

$BC$  – граничные условия;

$\sigma_x, \dots, \tau_{yz}$  – нормальные и касательные напряжения, действующие в плоскости оболочки;

$w, w_n$  – общий прогиб и нормированные перемещения породного массива выработки, м.

В работе использован прием, состоящий в представлении полного прогиба в виде суммы двух составляющих – за счет изгиба  $w_0$  и сдвига  $w_1$ . Искомые функции представлены в виде [10]:

$$\begin{aligned} w_0(x, y) &= \sum_{j=1}^n a_j f_j(x) g_j(y); \\ w_1(x, y) &= \sum_{j=1}^n c_j l_j(x) u_j(y); \\ \varphi(x, y) &= \sum_{j=1}^n b_j p_j(x) q_j(y), \end{aligned} \quad (3)$$

где  $\varphi(x, y)$  – функция усилий;

$a_j, b_j, c_j$  – неопределенные параметры;

$f_j, g_j, \dots, q_j$  – заданные координатные функции, которые выбраны в виде степенных полиномов.

В пределах технической теории многослойных анизотропных оболочек, используя основные соотношения для деформаций, сил и моментов, для вариации полной энергии слоистой оболочки получим [9] (здесь и далее символ  ${}^*$  – для параметров сдвига):

$$\delta \mathcal{E} = \delta \int \left[ \frac{1}{2} L a(w, w_1) - \frac{1}{2} L_c(\varphi, \varphi) - L(w_0, \varphi) + \frac{1}{2} L(w_1) - q_z w_0 \right] dS = 0. \quad (4)$$

Здесь введены следующие обозначения:

$$D_{jk} = a_{jk}, 2D^*_{12} = a^*_{12}, A_{11} = C_{22},$$

$$A_{22} = C_{11}, \frac{1}{2} A^*_{12} = C^*_{12};$$

$$\begin{aligned} L_p(\psi, \eta) = & p_{11}\psi_{xx}\eta''_{xx} + 2p_{12}\psi''_{xx}\eta''_{yy} + \\ & + p_{22}\psi_{yy}\eta''_{yy} + 2p^*_{12}\psi''_{xy}\eta''_{xy}; \quad (5) \\ L(w_0, \phi) = & R^{-1} \iint (w_0)_x \phi_x; L(w_1) = G_{xz}(w_1)_x^2 + \\ & + G_{yz}(w_1)_y^2, \end{aligned}$$

где  $D_{jk}, A_{jk}$  – соответственно жесткостные и упругие параметры оболочки;

$R$  – радиус кривизны горной выработки;

$G_{xz}, G_{yz}$  – модули сдвига в двух направлениях; штрихами обозначены кратные производные.

В выражении  $L_p(\psi, \eta)$   $p_{jk}$  принимает значения  $a_{jk}, c_{jk}$ , а функции  $\psi$  и  $\eta$  соответствуют функциям  $w$  и  $\phi$ .

Вводя безразмерные величины и константы по формулам:

$$\begin{aligned} w_0 = & L_0 \bar{w}_0, w_1 = L_0 \bar{w}_1, \phi = 2EH_0L_0^2 \bar{\Phi}, x = L_0 \bar{x}, \\ y = & B_0 \bar{y}; \\ D_{jk} = & 2D_0 h_{jk}, D^*_{12} = 2D_0 h^*_{12}, C_{jk} = 2C_0 a_{jk}, \\ C^*_{12} = & 2C_0 \alpha^*_{12}; \\ q_z = & 2q_0 \bar{q}_z, q_0 = \sum \rho_i h_i, H = H_0 \bar{H}, \quad (6) \\ \beta_{jj} = & \frac{\alpha_{jj}}{\Delta_2}, \beta_{12} = -\frac{\alpha_{12}}{\Delta_2}, \beta^*_{12} = \frac{1}{\alpha^*_{12}}, \\ \Delta_1 = & \alpha_{11}\alpha_{22} - \alpha^2_{12}, \\ C_0 = & -\frac{12(1-\nu^2)R^2}{H_0^2}, t_0 = \frac{L_0}{R}, k_0 = \frac{L_0}{B_0}, \\ \tau_0 = & \frac{G_0 H_0 L_0^2}{D_0}, \rho_0 = \frac{q_0 L_0^3}{D_0}. \end{aligned}$$

и опуская в дальнейшем черту в обозначениях безразмерных величин, получим систему уравнений следующего вида:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_j \iint \sum_{r=1}^5 F_r G_r dS + \sum_{j=1}^n c_j \iint \sum_{r=1}^5 F_r S_r dS + \\ + c_0 t_0^3 \sum_{j=1}^m b_j \iint K N dS = \rho_0 \iint f_i g_i dS, i = 1, 2, 3, \dots, n; \\ c_0 t_0^3 \sum_{j=1}^n a_j \iint R S dS + c_0 t_0^2 \sum_{j=1}^m b_j \iint \sum_{r=1}^5 P_r Q_r dS = 0; \quad (7) \\ i = n+1, n+2, \dots, n+m; \\ \sum_{j=1}^n a_j \iint \sum_{r=1}^5 K_r G_r dS + \sum_{j=1}^m c_j \iint \sum_{r=1}^7 K_r S_r dS = 0; \\ i = n+m+1, n+m+2, \dots, 2n+m. \end{aligned}$$

Здесь входящие величины имеют вид

$$\begin{aligned} F_1 = & f_i'' f_j'', F_2 = f_i'' f_j, F_3 = f_i f_j'', F_4 = f_i f_j, \\ F_5 = & f_i' f_j', G_1 = h_{11} g_i g_j, G_2 = k^2 h_{12} g_i g_j'', \\ G_3 = & k^2 h_{12} g_i'' g_j, G_4 = k^4 h_{12} g_i'' g_j'', G_5 = 4k^2 h_{12}^* g_i' g_j', \\ S_1 = & h_{11} l_j'' u_j, S_2 = k_0^2 h_{12} l_j'' u_j, S_3 = k_0^2 h_{12} l_j'' u_j, \quad (8) \\ S_5 = & 4k_0^2 h_{12}^* l_j' u_j, S_6 = \tau_0 a_{13} l_j' u_j, S_7 = \tau_0 k_0^2 a_{23} l_j' u_j, \\ K_1 = & K_2 = l_i'' u_i, K_3 = K_4 = l_i u_i'', K_5 = l_i' u_i, K_6 = l_i' u_i, \\ K_7 = & l_i u_i', K = f_i' g_i, N = p_j' q_j. \end{aligned}$$

Выражения для функций  $P_r, Q_r$  и  $R, S$  получены из выражений для  $F_r, G_r$  и  $K, N$  заменой в них  $f, g$  на  $p, q, h_{jk}$ , на  $b_{jk}, 4h_{12}^*$  на  $\beta_{12}$  и  $f, g$  на  $p, q, i$  на  $j$  и наоборот.

Интегралы в уравнении (5) вычисляются в пределах  $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$ .

Для  $i$ -го слоя оболочки напряжения имеют вид [13]:

$$\begin{aligned} \sigma_x^i = & \sum_{j=1}^m b_j (k_0^2 \beta_1 p_j q_j'' + \beta_2 p_j'' q_j) - \frac{z}{L_0} \left[ \sum_{j=1}^n a_j (B_{11}^i f_j'' g_j + \right. \\ & \left. + k_0^2 B_{12}^i f_j g_j'') + \sum_{j=1}^m c_j (B_{11}^i l_j'' u_j + k_0^2 B_{12}^i l_j u_j'') \right]; \\ \sigma_y^i = & \sum_{j=1}^m b_j (k_0^2 \beta_3 p_j q_j'' + \beta_4 p_j'' q_j) - \frac{z}{L_0} \left[ \sum_{j=1}^n a_j (B_{12}^i f_j'' g_j + \right. \\ & \left. + k_0^2 B_{22}^i f_j g_j'') + \sum_{j=1}^m c_j (B_{12}^i l_j'' u_j + k_0^2 B_{22}^i l_j u_j'') \right]; \quad (9) \\ \sigma_{xy}^i = & -k_0 B_{12}^{*i} \left[ \beta_{12}^* \sum_{j=1}^m b_j p_j' q_j' + \frac{2z}{L_0} \left( \sum_{j=1}^n a_j f_j' g_j' + \right. \right. \\ & \left. \left. + \sum_{j=1}^m c_j l_j' u_j' \right) \right]; \\ \sigma_{xz}^i = & G_{xz}^i \sum_{j=1}^n c_j l_j' u_j, \quad \sigma_{yz}^i = k_0 G_{yz}^i \sum_{j=1}^m c_j l_j' u_j, \end{aligned}$$

$$\sigma_z^i = (v_x^i \sigma_x^i + v_y^i \sigma_y^i), \text{ при } \epsilon_z^i = 0,$$

где

$$\begin{aligned} \beta_1 = & B_{11}^i \beta_{22} + B_{12}^i \beta_{12}; \quad \beta_3 = B_{12}^i \beta_{22} + B_{22}^i \beta_{12}; \quad (10) \\ \beta_2 = & B_{11}^i \beta_{12} + B_{12}^i \beta_{11}; \quad \beta_4 = B_{12}^i \beta_{12} + B_{22}^i \beta_{11}. \end{aligned}$$

Координатные функции выбраны в виде степенных полиномов по методу Ритца, удовлетворяющих геометрическим условиям.

Рассмотрена схема армирования породного массива анкерами и модифицированным бетоном, приведенные механические характеристики которого имеют вид [6]:

$$\begin{aligned} E_x^i = & \frac{E_a d_a + (t - d_a) (E_n^i h_n^i + E_b h_b^i) / (h_n^i + h_b^i)}{t} = E'/t; \\ E_y^i = & (E_a d_a + E_b h_b^i) / (d_a + h_b^i); \end{aligned}$$

$$G_{xz}^i = \frac{G_a d_a + (t - d_a) (G_n^i h_n^i + G_b^i h_b^i) / (h_n^i + h_b^i)}{t} = E'/t;$$

$$G_{yz}^i = (G_a d_a + G_b^i h_b^i) / (d_a + h_b^i); \quad G_{12}^{*i} = G_n^i;$$

$$\nu_x^i = \frac{\nu_a d_a + (t - d_a) (\nu_n^i h_n^i + \nu_b^i h_b^i) / (h_n^i + h_b^i)}{t} = \nu'/t;$$

$$\nu_y^i = (\nu_a d_a + \nu_b^i h_b^i) / (d_a + h_b^i);$$

$$G_a = \frac{E_a}{2(1 + \nu_a)}; \quad G_n^i = \frac{E_n^i}{2(1 + \nu_n^i)}; \quad G_b^i = \frac{E_b^i}{2(1 + \nu_b^i)}. \quad (11)$$

Здесь введены следующие обозначения:  
 $E_a, E_n^i, E_b^i, G_a, G_n^i, G_b^i$  – модули нормальной упругости и сдвига материала анкера, слоёв породы и модифицированного бетона, МПа, соответственно;

$\nu_a, \nu_n^i, \nu_b^i$  – соответствующие коэффициенты Пуассона  $h_n^i, h_b^i$ ;

$h_i^i$  – толщины, м;

$d_a$  – диаметр анкера, м.

Системы координатных функций, в частности, для прогиба  $w_0$  при двух граничных условиях породного массива приведены в табл. 1, 2.

Разработан алгоритм и составлена программа решения задачи.

Породный массив, в котором находится горная выработка на глубине 1000 м и более, состоит из трех слоев: верхний слой – песчаник; средний – песчаный сланец; нижний – глинистый сланец. Параметры выработки: длина  $L = 150...300$  м; ширина  $B = 5...7$  м; максимальная высота  $f = 2,5$  м. Толщина породного массива  $H = 3,0$  м; модули упругости пород  $E = 35,6 \cdot 10^3; 18,9 \cdot 10^3; 10,8 \cdot 10^3$  МПа (соответствующие предельные напряжения на сжатия  $\sigma_{cyc}$  60,0; 40,8; 30,3 МПа); коэффициенты Пуассона  $\nu = 0,35, 0,25, 0,15; q_z$  3 МПа.

В связи с тем, что в породном массиве возникают напряжения изгиба и растяжения, приняты предельные их значения:  $\sigma_{pl(s)} = 0,1\sigma_{pl(c)}$ , то есть  $\sigma_{pl(s)} = 6,0; 4,08; 3,03$  МПа соответственно, а с учетом трещин 80 %  $\sigma_{pl(s)} = 0,61$  МПа.

Как показали предварительные результаты исследований, сходимость в результате использования приведенных координатных функций по методу Ритца достигается при их сочетании, равном 14. При этом наблюдает

Таблица 1 / Table 1

Коэффициенты полиномов  $f_j(x), g_j(y)$ , для условий породного массива с защемленными краями /  
Coefficients of polynomials  $f_j(x), g_j(y)$ , for conditions of a rock mass with pinched edges

$f_1, g_1$	$x^2, y^2$	$x^3, y^3$	$x^4, y^4$	$x^5, y^5$	$x^6, y^6$	$x^7, y^7$	$x^8, y^8$
1	1	-2	1				
2	-1	4	-5	2			
3	1	-8	19	-18	6		
4	-1	14	-55	92	-70	20	
5	1	-22	131	-340	440	-280	70

Таблица 2 / Table 2

Коэффициенты полиномов  $f_j(x), g_j(y)$  для условий породного массива со свободными опорами /  
Coefficients of polynomials  $f_j(x), g_j(y)$  for rock mass conditions with free supports

$f_1, g_1$	$x^2, y^2$	$x^3, y^3$	$x^4, y^4$	$x^5, y^5$	$x^6, y^6$	$x^7, y^7$	$x^8, y^8$	$x^9, y^9$
1	3	-5	2					
2	-12	40	-43	15				
3	92	-540	1113	-965	300			
4	-9	15	-6	3	-5	2		
5	12	-40	43	-27	40	-43	15	
6	-276	1620	-3339	2987	-1400	1113	-965	300

ся устойчивость сходимости метода, так как дальнейшее их использование дает погрешность около 3 %.

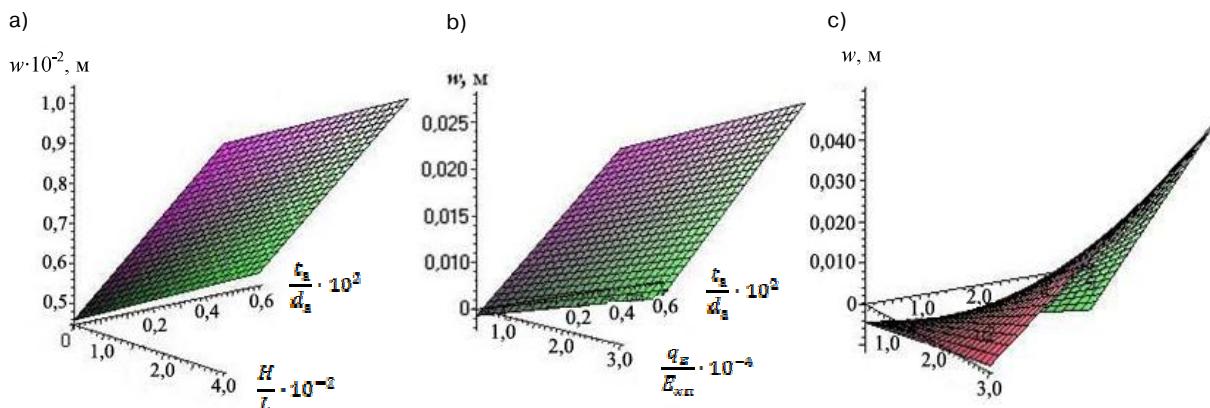
В качестве модифицированного бетона использовали следующий состав: цемент, песок, щебень, вода и полипропиленовая фибра в процентном соотношении по массе – 15:32:45:7:1 с механическими характеристиками: модуль упругости  $E = 2,0 \cdot 10^4$  МПа, коэффициент Пуассона  $\nu = 0,25$ .

Результаты исследований НДС системы показали, что ее устойчивость при сжатии обеспечивается, а с учетом 80 % трещин максимальные нормальные напряжения на растяжение превышают предельные [2].

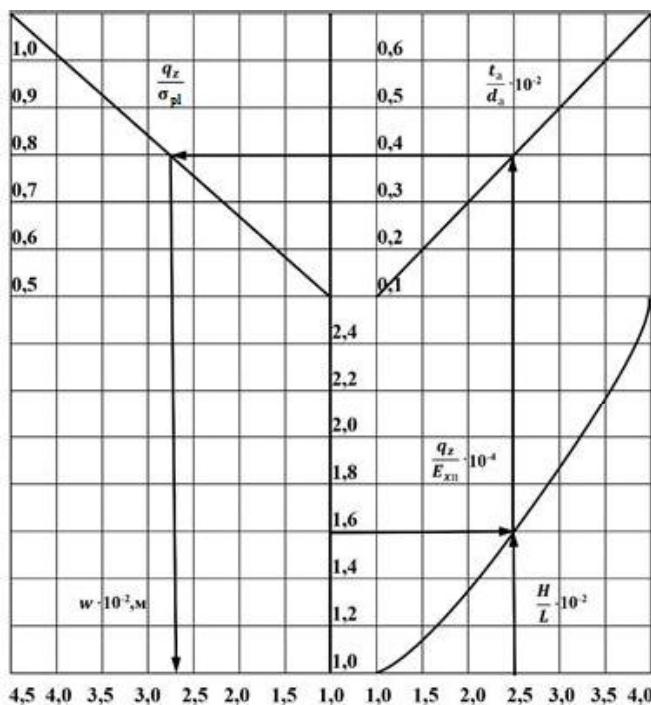
Используя приведенные данные, получены распределения максимальных суммарных перемещений  $w$  и за счет изгиба  $w_0$  для аналогичных граничных условий.

Результаты исследований напряжений с учетом приведенных механических характеристик (11) при дополнительных исходных данных:  $E_a = 2 \cdot 10^5$  МПа,  $E_n = 10,8 \cdot 10^3$  МПа,  $E_b = 2 \cdot 10^4$  МПа, диаметр анкера  $d_a = 3 \cdot 10^{-2}$  м, расстояние между анкерами  $t_a = 0,8$  м, толщина слоя модифицированного бетона  $\Delta_b = 8 \cdot 10^{-2}$  м показывают, что условия прочности выполняются. При этом, перемещения породного массива при его закреплении анкерами и слоем модифицированного бетона уменьшаются практически в два раза.

В результате расчетов, варьируя геометрическими размерами анкеров: расстоянием между ними  $t_a = 0,5 \dots 0,8$  м, диаметром  $d_a = (20 \dots 30) \cdot 10^{-3}$  м; толщиной породного массива  $H = (2,0 \dots 3,0)$  м, длиной горной выработки  $L = (100 \dots 300)$  м, приведенным модулем упругости  $E_{xn} = (0,6 \dots 5,0) \cdot 10^4$  МПа при постоянной нагрузке, получены зависимости перемещений породного массива от отношений различных сочетаний его параметров (рис. 2) и разработана nomogramma (рис. 3).



**Рис. 2. Зависимость перемещений от отношений безразмерных величин: расстояния между анкерами к их диаметрам  $\frac{t_a}{d_a}$  и толщины породного массива к длине выработки  $\frac{H}{L}$  (а), расстояния между анкерами к их диаметрам и нагрузки к максимальному приведенному модулю упругости  $\frac{q_xn}{E_{xn}}$  (б), толщины породного массива к длине выработки  $\frac{H}{L}$ , нагрузки к максимальному приведенному модулю упругости  $\frac{q_xn}{E_{xn}}$  (в) при толщине модифицированного бетона  $8 \cdot 10^{-2}$  м / Fig. 2. The dependence of displacements on the ratio of dimensionless quantities: the distance between the anchors to their diameters  $\frac{t_a}{d_a}$  and the thickness of the rock mass to the length of the mine  $\frac{H}{L}$  (a), the distance between the anchors to their diameters and the load to the maximum reduced modulus of elasticity  $\frac{q_xn}{E_{xn}}$  (b), the thickness of the rock mass to the length of the mine  $\frac{H}{L}$ , the load to the maximum reduced modulus of elasticity  $\frac{q_xn}{E_{xn}}$  (c) with a modified concrete thickness of  $8 \times 10^{-2}$  m**



*Рис. 3. Номограмма для определения прогиба закрепленного породного массива горной выработки анкерами и модифицированным бетоном в зависимости от безразмерных параметров:*

*H, L,  $d_a$ ,  $t_a$  – толщина породного массива, длина выработки, диаметр анкеров, расстояние между ними, м;  $\sigma_{pl}$ ,  $E_{xII}$ ,  $q_z$  – предел пропорциональности пород, приведенный максимальный модуль упругости породного массива, нагрузка от горного давления, МПа / Fig. 3. Nomogram for determining the deflection of the fixed rock mass of the mining by anchors and modified concrete depending on the dimensionless parameters: H, L,  $d_a$ ,  $t_a$  – thickness of the rock mass, length of the workings, diameter of anchors, distance between them, m;  $\sigma_{pl}$ ,  $E_{xII}$ ,  $q_z$  – the limit of proportionality of rocks, the given maximum modulus of elasticity of the rock mass, the load from the rock pressure, MPa*

#### Выводы

1. Отсутствие в Донецком бассейне анкерного крепления породного массива с использованием модифицированного бетона снижает безопасность ведения горных работ, не обеспечивает его длительную прочность и устойчивость в выработках глубоких угольных шахт.

2. Разработана математическая модель НДС системы «породный массив – анкер – модифицированный бетон», учитывающая различное сочетание геометрических размеров выработки; толщину слоев пород и их количество; параметры анкеров, приведенные

механические характеристики породного массива, различные граничные условия, позволила обосновать ее параметры, обеспечивающие прочность и устойчивость горных выработок глубоких угольных шахт.

3. Максимальные напряжения породного массива, состоящего из нижнего глинистого сланца, среднего – песчаного сланца, верхнего – песчаника, без крепи с двумя граничными условиями на глубине выработки 1000 м и ниже превышают предел пропорциональности. Крепь в виде анкеров и модифицированного бетона обеспечивает его прочность и устойчивость.

#### Список литературы

1. Амоша, В. И., Логвиненко В. И., Гринев В. Г. Комплексное освоение угольных месторождений Донецкой области. Донецк: ИЭП НАН Украины, 2007. 216 с.
2. Борщевский С. В., Мариичук И. Ф., Купенко И. Ф., Калякин С. А. Прочность и устойчивость системы «породный массив горной выработки – анкер – модифицированный бетон»: монография / под общ. ред. С. В. Борщевского и И. Ф. Мариичука. Донецк: Цифровая типография, 2022. 324 с.
3. Дрипан П. С. Математические модели устойчивости и прочности анкера при закреплении породного массива под действием нагрузки. Текст: электронный // Сборник научных трудов Донбасского госу-

дарственного технического института. 2020. № 20. С. 31–40. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44818454> (дата обращения: 14.04.2022).

4. Ефремов И. А., Александров С. Н., Марийчук И. Ф. Методы решений краевых задач в горной геомеханике: монография / под общ. ред. И. А. Ефремова. Донецк: Ноулидж, 2013. 291 с.

5. Кочура И. В. Анализ развития экономического потенциала угольной промышленности Донбасса в современных условиях хозяйствования. Текст: электронный // Вестник Института экономических исследований. 2018. № 4. С. 55–64. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38206523> (дата обращения: 14.04.2022).

6. Купенко И. В., Марийчук И. Ф., Барсук Н. Д. Приведенные механические характеристики для исследования напряженно-деформированного состояния системы «породный массив – анкерная крепь выработки – крепь выработки из модифицированного бетона». Текст: электронный // Проблемы горного дела: сб. науч. трудов II Междунар. форума студентов, аспирантов и молодых ученых-горняков, посвященного 100-летию ДонНТУ (г. Донецк, 08–09 апреля 2021 г.). Донецк: Донецкий нац. техн. ун-т, 2021. С. 50–54. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46125895> (дата обращения: 14.04.2022).

7. Купенко И. В., Марийчук И. Ф., Барсук Н. Д., Грицаенко А. Ю. Результаты исследования напряженно-деформированного состояния системы «анкерно-породная оболочка – крепь из модифицированного бетона» горизонтальной выработки. Текст: электронный // Инновационные перспективы Донбасса: материалы 7-й Междунар. науч.-практ. конф. (г. Донецк, 24–26 мая 2021 г.). Донецк: Донецкий нац. техн. ун-т, 2021. – С. 5–9. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46497560&pff> (дата обращения: 14.04.2022).

8. Марийчук И. Ф., Купенко И. В., Выговская Д. Д., Барсук Н. Д. Напряженно-деформированное состояние массива горных пород подземных объектов угольных шахт / под общ. ред. С. В. Борщевского, И. Ф. Марийчука: монография. Донецк: Донецкий нац. техн. ун-т, 2017. 275 с.

9. Марийчук И. Ф., Купенко И. В., Барсук Н. Д. Математическая модель системы «породный массив – анкерная крепь – крепь из модифицированного бетона горных выработок угольных шахт. Текст: электронный // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: материалы 16-й Междунар. конф. по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики (Тула, Минск, Донецк, 19–20 ноября 2020 г.) / под общ. ред. Р. А. Ковалева. Тула; Минск; Донецк: Тульский гос. ун-т, 2020. С. 85–89. URL: [http://tsu.tula.ru/files/40/conf-2020\\_t1.pdf](http://tsu.tula.ru/files/40/conf-2020_t1.pdf) (дата обращения: 14.04.2022).

10. Махова А. О. Анализ угольной промышленности Донбасса: Проблемы и перспективы. Текст: электронный // Экономика и маркетинг в XXI веке: проблемы, опыт, перспективы: материалы 16-й Междунар. науч.-практ. конф. Донецк: ИЭП НАН Украины, 2018. С.113–115. URL: <https://masters.donntu.org/2018/ief/machova/library/article1.htm> (дата обращения: 22.12.2021).

11. Плакиткина Л. С., Плакиткин Ю. А. Угольная промышленность мира и России: анализ, тенденции и перспективы развития. Москва: Литтерра, 2017. 374 с. ISBN 978-5-4235-0296-6. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29813696> (дата обращения: 14.04.2022). Текст: электронный.

12. Руппенейт К. В. Деформируемость массивов трещиноватых горных пород. М.: Недра, 1975. 223 с.

13. Mariychuk I. F., Borshevsky S.V., Kupenko I. V., Barsuk N. D., Gritsaenko A . J. Research of the stress-deformed state of the system «rock massif–anchor–modified concrete» support of excavation. Текст: электронный // Topical Issues of Rational Use of Natural Resources: XVII International Forum-Contest of Students and Young Researchers. Scientific conference abstracts (St Petersburg, May 31 – June 06, 2021). St Petersburg: Санкт-Петербургский горный университет, 2021. Vol. 1. P. 196–197. ISBN 978-5-94211-939-3. URL: <http://myouth.spmi.ru/sites/default/files/Volume%201%20correct.pdf> (дата обращения: 14.04.2022).

---

## References

---

1. Amosha, V. I., Logvinenko V. I., Grinev V. G. *Kompleksnoye osvojeniye ugolnyh mestorozhdeniy Donetskoy oblasti* (Integrated development of coal deposits in the Donetsk region). Donetsk: IEP NAS of Ukraine, 2007, 216 p.
2. Borshchevsky S. V., Mariychuk I. F., Kupenko I. F., Kalyakin S. A. *Prochnost i ustoychivost sistemy «porodny massiv gornoy vyrabotki – anker – modifitsirovanny beton»*: monografiya / pod obshch. red. S. V. Borschhevskogo I. I. F. Mariychuka (Strength and stability of the system “rock mass of a mine working - anchor - modified concrete”: monograph / under the general. ed. S. V. Borschhevsky and I. F. Mariychuk). Donetsk: Digital Printing House, 2022. 324 p.
3. Dripan P. S. *Sbornik nauchnyh trudov Donbasskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo instituta* (Collection of scientific works of the Donbass State Technical Institute), 2020, no. 20. p. 31–40. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44818454> (date of access: 04/14/2022). Text: electronic.
4. Yefremov I. A., Aleksandrov S. N., Mariychuk I. F. *Metody resheniy krayevyh zadach v gornoj geomehanike*: monografiya / pod obsch. red. I. A. Yefremova (Methods for solving boundary value problems in mining geomechanics: monograph / ed. ed. I. A. Efremova). Donetsk: Knowledge, 2013, 291 p.

5. Kochura I. V. *Vestnik Instituta ekonomiceskikh issledovaniy* (Bulletin of the Institute of Economic Research). 2018, no. 4, p. 55–64. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38206523> (date of access: 04/14/2022). Text: electronic.
6. Kupenko I. V., Mariychuk I. F., Barsuk N. D. *Problemy gornogo dela: sb. nauch. trudov II Mezhdunar. foruma studentov, aspirantov i molodykh uchenykh-gornyakov, posvyashchennogo 100-letiyu DonNTU* (Donetsk, 08–09 Aprelya 2021 g.) (Mining Problems: Collected scientific proceedings of the II Intern. forum of students, postgraduates and young mining scientists dedicated to the 100th anniversary of DonNTU (Donetsk, April 08–09, 2021)). Donetsk: Donetsk nat. tech. un-t, 2021, pp. 50–54. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46125895> (date of access: 04/14/2022). Text: electronic.
7. Kupenko I. V., Mariychuk I. F., Barsuk N. D., Gritsayenko A. Yu. *Innovatsionnye perspektivy Donbassa: materialy 7-y Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Donetsk, 24–26 Maya 2021)* (Innovative prospects of Donbass: scientific-practical. conf. (Donetsk, May 24–26, 2021)). Donetsk: Donetsk nat. tech. un-t, 2021. – P. 5–9. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46497560&pff> (date of access: 04/14/2022). Text: electronic.
8. Mariychuk I. F., Kupenko I. V., Vygovskaya D. D., Barsuk N. D. *Napryazhenno-deformirovannoye sostoyaniye massiva gornyh porod podzemnyh obyektor ugochnykh shahrt / pod obozr. red. S. V. Borschhevskogo, I. F. Mariychuka: monografiya* (Stress-strain state of the rock massif of underground objects of coal mines. ed. S. V. Borschhevsky, I. F. Mariychuk: monograph). Donetsk: Donetsk Nat. Tech. Un-ty, 2017, 275 p.
9. Mariychuk, I. F., Kupenko I. V., Barsuk N. D. *Sotsialno-ekonomiceskiye i ekologicheskiye problemy gornoj promyshlennosti, stroitelstva i energetiki: materialy 16-y Mezhdunar. konferentsii po problemam gornoj promyshlennosti, stroitelstva i energetiki* (Socio-economic and environmental problems of the mining industry, construction and energy: materials of the 16th Intern. conference on the problems of mining, construction and energy (Tula, Minsk, Donetsk, November 19–20, 2020) / edited by. ed. R. A. Kovaleva). Tula; Minsk; Donetsk: Tula State Un-ty, 2020, pp. 85–89. Available at: [http://tsu.tula.ru/files/40/conf-2020\\_t1.pdf](http://tsu.tula.ru/files/40/conf-2020_t1.pdf) (date of access: 04/14/2022). Text: electronic.
10. Makhova A. O. *Ekonomika i marketing v XXI veke: problemy, opyt, perspektivy: materialy 16-y Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* (Economics and marketing in the XXI century: problems, experience, prospects: materials of the 16th Intern. scientific-practical. conf. Donetsk: IEP NAS of Ukraine, 2018, pp.113–115. Available at: <https://masters.donntu.org/2018/ief/machova/library/article1.htm> (date of access 12/22/2021). Text: electronic.
11. Plakitkina L. S., Plakitkin Yu. A. *Ugolnaya promyshlennost mira i Rossii: analiz, tendentsii i perspektivy razvitiya* (Coal industry of the world and Russia: analysis, trends and development prospects). Moscow: Litterra, 2017. 374 p. ISBN 978-5-4235-0296-6. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29813696> (date of access: 04/14/2022). Text: electronic.
12. Ruppeneyt K. V. *Deformiruyemost massivov treschinovatyh gornyh porod* (Deformability of massifs of fractured rocks). M.: Nedra, 1975. 223 p.
13. Mariychuk I. F., Borschhevsky S.V., Kupenko I. V., Barsuk N. D., Gritsayenko A. J. *Topical Issues of Rational Use of Natural Resources: XVII International Forum-Contest of Students and Young Researchers. Scientific conference abstracts* (St Petersburg, May 31 – June 06, 2021) (Topical Issues of Rational Use of Natural Resources: XVII International Forum-Contest of Students and Young Researchers. Scientific conference abstracts (St Petersburg, May 31 – June 06, 2021). St Petersburg: St. Petersburg Mining University, 2021. Vol. 1, pp. 196–197. ISBN 978-5-94211-939-3. Available at: <http://myouth.spmi.ru/sites/default/files/Volume%201%20correct.pdf> (Accessed 04/14/2022). Text: electronic.

---

#### Информация об авторе

---

Алабьев Вадим Рудольфович, д-р техн. наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности, Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар, Россия. Область научных интересов: тепловой режим подземных сооружений, геомеханика и разрушение горных пород  
avr.09@mail.ru

Купенко Иван Владимирович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры строительства зданий, подземных сооружений и геомеханики, Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Донецкая Народная Республика. Область научных интересов: геотехнология, геомеханика и разрушение горных пород  
ivk1978@mail.ru

*Барсук Никита Дмитриевич*, ассистент кафедры строительства зданий, подземных сооружений и геомеханики, Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Донецкая Народная Республика. Область научных интересов: геотехнология, геомеханика и разрушение горных пород  
barsuk\_nikita93@mail.ru

*Демин Владимир Иванович*, канд. техн. наук, доцент ВАК, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, Кубанский государственный технологический университет (КубГТУ), г. Краснодар, Россия. Область научных интересов: охрана труда, промышленная безопасность, геомеханика и разрушение горных пород  
avr.09@mail.ru

#### **Information about the author**

---

*Vadim Alabyev*, doctor of technical sciences, professor, Safety of Life Activity and Environmental Protection department, FSBEI HE «Kuban State Technological University», Krasnodar, Russia. Research interests: thermal regime of underground structures, geomechanics and rock failure

*Ivan Kupenko*, candidate of technical sciences, associate professor, assistant professor, Building Construction, Underground Structures and Geomechanics department, Donetsk National Technical University, Donetsk, Donetsk People's Republic. Research interests: geotechnology, geomechanics and rock failure

*Nikita Barsuk*, assistant, Building Construction, Underground Structures and Geomechanics department, Donetsk National Technical University, Donetsk, Donetsk People's Republic. Research interests: geotechnology, geomechanics and rock failure

*Vladimir Demin*, candidate of technical sciences, associate professor, assistant professor, Life Activity and Environmental Protection department, FSBEI HE «Kuban State Technological University», Krasnodar, Russia. Research interests: labor protection, industrial safety, geomechanics and rock failure

#### **Для цитирования**

---

Алабьев В. Р., Купенко И. В., Барсук Н. Д., Демин В. И. Обоснование параметров прочности и устойчивости горной выработки в системе «породный массив – анкер – модифицированный бетон» // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 4. С. 6–15. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-6-15.

Alabyev V., Kupenko I., Basruk N., Demin V. Substantiation of strength and stability parameters of mining in the system "rock mass – anchor – modified concrete" // Transbaikal State University Journal, 2022, vol. 28, no. 4, pp. 6–15. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-6-15.

Статья поступила в редакцию: 08.04.2022 г.

Статья принята к публикации: 18.04.2022 г.

УДК 622.775  
DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-16-27

## **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕАГЕНТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОДЗЕМНОГО СКВАЖИННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ УРАНА ИЗ РУД ХИАГДИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

### **STUDIES OF THE VARIOUS REAGENTS EFFECT ON THE EFFICIENCY OF UNDERGROUND BOREHOLE LEACHING OF URANIUM FROM THE ORES OF THE KHIAGDINSKY DEPOSIT**



**А. Н. Михайлов,**  
Забайкальский  
государственный  
университет, г. Чита  
Mikhailov.A.N@hiagda.ru

**A. Mikhailov,**  
Transbaikal State  
University,  
Chita



**В. А. Овсейчук,**  
Забайкальский  
государственный  
университет, г. Чита  
MKS3115637@Yandex.ru

**V. Ovseychuk,**  
Transbaikal State  
University,  
Chita

Для обеспечения энергетической безопасности России необходимо освоить производство дешевой электроэнергии. Одним из направлений развития отечественной энергетики является использование атомных электростанций [2]. Источником сырья для запитки атомных реакторов является природный уран, добываемый из скальных и гидрогенных (локализованных в рыхлых отложениях) месторождений. В Забайкалье разведаны гидрогенные месторождения, объединенные в единое Хиагдинское рудное поле и характеризующиеся идентичными горно-геологическими, гидрогеологическими и технологическими параметрами<sup>1</sup> [2]. Добыча природного урана связана с определенными трудностями: геологическое строение месторождений, температурный режим подземных вод, экономические показатели работы предприятия и др. В результате стечения этих обстоятельств проблемным является вопрос перевода урана в подвижное состояние при подземном скважинном выщелачивании с необходимой динамикой, обеспечивающей концентрации урана в продуктивном растворе, при переработке которого будет получена рентабельная продукция горного предприятия. Данная статья посвящена интенсификации процесса выщелачивания применением химических активаторов, ускоряющих перевод урана в продуктивный раствор [3]. Актуальность работы обосновывается необходимостью активизации процесса выщелачивания урана при ПСВ для обеспечения более полного извлечения урана и сокращения срока отработки месторождения с применением химических окислителей. Объект исследования – технологические процессы подземного скважинного выщелачивания с применением химических активаторов. Цель исследования – повышение эффективности разработки гидрогенных месторождений урана, снижение эксплуатационных затрат. Задачи исследования – выявить наиболее эффективные окислители и режимы их использования, повышающие объем извлечения урана в продуктивный раствор. Методика исследований – сбор информации, математико-статистическая ее обработка, проведение исследовательских работ и установление связи между горно-геологическими, гидрогеологическими и технологическими параметрами выщелачивания руд. Методы исследований: математико-статистический анализ, лабораторные исследования и использование полученных результатов для проведения опытно-промышленных работ

**Ключевые слова:** подземное скважинное выщелачивание, технологическая скважина, коэффициент фильтрации, окислитель, выщелачивающий раствор, продуктивный раствор, концентрация серной кислоты, концентрация урана, отношение Ж/Т, окислительно-восстановительный потенциал, перекись водорода, нитрит натрия

<sup>1</sup> Назарова З. М., Овсейчук В. А., Лемента О. Ю. Рынок урана: современное состояние, проблемы и перспективы его развития // Проблемы современной экономики. – 2016. – № 2. – С. 159–162.

To ensure Russia's energy security, it is necessary to produce cheap electricity. One of the directions of domestic energy development is its production at nuclear power plants. The source of raw materials for powering nuclear reactors is natural uranium extracted from rocky and hydrogenic (localized in loose sediments) deposits. Hydrogenic deposits have been explored in Transbaikalia, united into a single Khiagdin ore field and characterized by identical mining-geological, hydrogeological and technological parameters. During the operation, certain difficulties have been identified in the extraction of natural uranium, related both to the geological structure of the deposits and the temperature regime of groundwater, and to the economic performance of the enterprise. As a result of the confluence of these circumstances, the issue of transferring uranium to a mobile state during underground borehole leaching with the necessary dynamics that ensures the concentration of uranium in a productive solution, the processing of which will produce profitable mining enterprise products, is problematic. This article is devoted to the intensification of the leaching process using chemical activators that accelerate the conversion of uranium into a productive solution. *The relevance of the work* is due to the need to activate the process of uranium leaching with the help of underground borehole leaching to ensure a more complete recovery of uranium and to reduce the period of field development with the use of chemical oxidants. *The object of the study* is technological processes of underground in-situ leaching with the use of chemical activators. *The purpose of the study* is improving the development efficiency of hydrogenous uranium deposits, reducing operating costs. *The research objectives* are to identify the most effective oxidants and regimes of their use, increasing the volume of uranium recovery in the productive solution. *The research methodology* included collecting information, its mathematical and statistical processing, carrying out research work and establishing a connection between mining-geological, hydrogeological and technological parameters of ore leaching. *Research methods:* mathematical and statistical analysis, laboratory research and the use of the results for experimental and industrial works

**Key words:** underground borehole leaching, technological well, filtration coefficient, oxidizer, leaching solution, productive solution, sulfuric acid concentration, uranium concentration, W/T ratio, redox potential, hydrogen peroxide, sodium nitrite

**Введение.** Обеспечение энергетической безопасности России связано с освоением атомной энергетики, источником запитки атомных реакторов является природный уран.

Актуальность работы обосновывается необходимостью активизации процесса выщелачивания урана при ПСВ для обеспечения более полного извлечения урана и сокращения срока отработки месторождения с применением химических окислителей.

Объект исследования – технологические процессы подземного скважинного выщелачивания с применением химических активаторов.

Цель исследования – повышение эффективности разработки гидрогенных месторождений урана, снижение эксплуатационных затрат.

Задачи исследования – выявить наиболее эффективные окислители и режимы их использования, повышающие объем извлечения урана в продуктивный раствор.

Методика исследований – сбор информации, математико-статистическая ее обработка, проведение исследовательских работ и установление связи между горно-геологическими, гидрогеологическими и технологическими параметрами выщелачивания руд.

Методы исследований: математико-статистический анализ, лабораторные

исследования и использование полученных результатов для проведения опытно-промышленных работ.

Разработка темы. В настоящее время в качестве рабочих агентов (рабочих растворов) при подземном выщелачивании урана применяются слабые водные растворы серной кислоты, а также карбонаты (бикарбонаты) аммония, натрия, калия, кальция, магния. Наибольшее распространение получило кислотное выщелачивание, где в качестве выщелачивающего реагента используется серная кислота [1].

Эффективность процесса подземного выщелачивания зависит от типа урановой минерализации. Основными урановыми минералами месторождений Хиагдинского типа, отрабатываемых способом скважинного подземного выщелачивания, являются окислы урана (настуртан, ураннинит, в меньшей мере урановые черни) и силикаты урана (коффинит) и нингионит, т. е. минералы, выщелачивание урана из которых без применения окислителей затруднено [5].

В процессе анализа материала по применению окислителей в качестве активатора перехода урана в продуктивный раствор при выщелачивании установлено, что существует множество химических соединений, способствующих этому процессу. Проведенные

исследования выщелачивания Хиагдинских руд сотрудниками ОАО «ВНИИХТ» совместно с работниками ОАО «Хиагда» показали, что наиболее эффективны такие окислители, как перекись водорода и нитрит натрия<sup>2</sup> [6].

Отобранные пробы ураново-рудного материала, представленного продуктивными песками, отличающиеся усредненными характеристиками для месторождений Хиагдинского типа, подверглись лабораторным исследованиям по выщелачиванию. Каждая проба выщелачивалась без применения окислителя, с применением перекиси водорода и с применением нитрита натрия.

На рис. 1 и 2 приведены результаты исследования процесса выщелачивания неокис-

ленных руд Хиагдинского месторождения без применения окислителя.

Из рисунков видно, что показатели выщелачивания неокисленной руды закономерно меняются в течение всего периода переработки руд под воздействием раствора серной кислоты. Граничным критерием процесса выщелачивания является уровень извлечения урана в продуктивный раствор в 80 %. Исходная концентрация серной кислоты в рабочем растворе составила 10 г/л. Далее для поддержания процесса выщелачивания концентрация наращивалась в течение 72 суток до уровня 25 г/л, составив в среднем 18 г/л. Расход серной кислоты в процессе выщелачивания четко коррелируется с ее кон-



Рис. 1. Зависимость показателей выщелачивания неокисленной руды от времени выщелачивания без окислителя: 1 ряд – OPV, мВ; 2 ряд - Fe (III), мг/л; 3 ряд – Fe (II), мг/л; 4 ряд – концентрация урана, мг/л / Fig. 1. Dependence of the leaching indicators of non-oxidized ore on the time of leaching without an oxidizer:

1 row – OPV, mV; 2 row - Fe (III), mg/l; 3 row – Fe (II), mg/l; 4 row – uranium concentration, mg/l



Рис. 2. Зависимость показателей выщелачивания неокисленной руды от времени выщелачивания без окислителя: 5 ряд – извлечение урана, %; 6 ряд – расход серной кислоты, кг/т; 7 ряд – концентрация серной кислоты, мг/л; 8 ряд – Ж/Т / Fig. 2. Dependence of the leaching indicators of non-oxidized ore on the time of leaching without an oxidizer: Row 5 – uranium extraction, %; Row 6 – sulfuric acid consumption, kg/t; Row 7 – sulfuric acid concentration, mg/l; Row 8 – W/T

<sup>2</sup>Овсейчук В. А. Зависимость извлечения урана в раствор при кучном выщелачивании от петрографического состава руд // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27, № 7. С. 27–31.

центрацией в рабочем растворе и составил в среднем 18 кг/т руды. Окислительно-восстановительный потенциал растворов в течение всего периода выщелачивания меняется незначительно: от 350 до 410 мВ. Концентрация Fe (III) в растворе закономерно снижается от 120 до 70 мг/л, концентрация Fe (II) в течение 26 суток падает от 205 мг/л до нуля. Концентрация урана в продуктивном растворе четко коррелируется с концентрацией Fe (III) и в процессе выщелачивания постепенно падает от 80 до 30 мг/л. Отношение Ж/Т меняется от

0,3 до 9,0. В течение 80 дней наблюдения в раствор переведено 88 % урана. Процесс извлечения урана в продуктивный раствор описывается зависимостью

$$\varepsilon = -0,4 + 1,4 T * T^2, \%, \quad (1)$$

где  $T$  – время выщелачивания.

На рис. 3...5 приведены результаты исследования процесса выщелачивания неокисленных руд Хиагдинского месторождения с применением в качестве стимулятора перекиси водорода.



Рис. 3. Зависимость показателей выщелачивания неокисленной руды от времени выщелачивания с перекисью водорода: 1 ряд – ОПВ, мВ; 2 ряд - Fe (III), мг/л; 3 ряд – Fe (II), мг/л; 4 ряд – концентрация урана, мг/л / Fig. 3. Dependence of the leaching indicators of non-oxidized ore on the time of leaching with hydrogen peroxide: 1 row - OPV, mV; 2 row - Fe (III), mg/l; 3 row – Fe (II), mg/l; 4 row – uranium concentration, mg/l

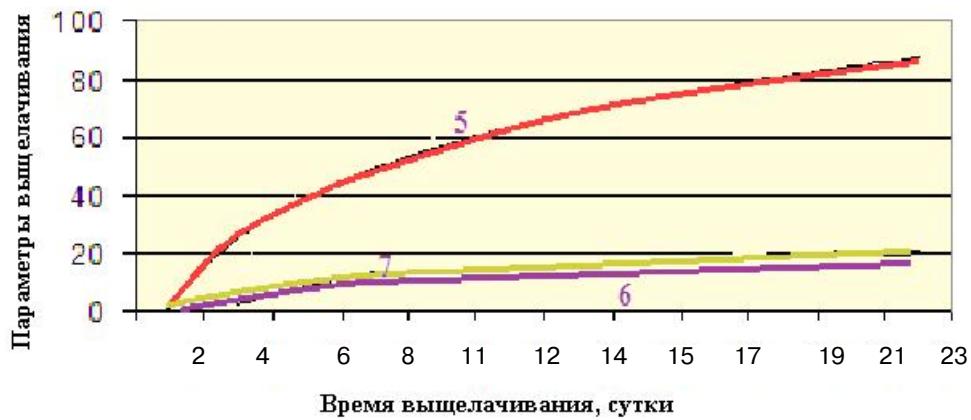


Рис. 4. Зависимость показателей выщелачивания неокисленной руды от времени выщелачивания с перекисью водорода: 5 ряд – извлечение урана, %; 6 ряд – расход серной кислоты, кг/т; 7 ряд – концентрация серной кислоты, мг/л / Fig. 4. Dependence of the leaching indicators of non-oxidized ore on the time of leaching with hydrogen peroxide: Row 5 – uranium extraction, %; row 6 – sulfuric acid consumption, kg/t; row 7 – sulfuric acid concentration, mg/l



Рис. 5. Зависимость показателей выщелачивания неокисленной руды от времени выщелачивания с перекисью водорода: 8 ряд – Ж/Т; 9 ряд – расход перекиси водорода, кг/т /Fig. 5. Dependence of the leaching indicators of non-oxidized ore on the time of leaching with hydrogen peroxide: Row 8 – W / T; Row 9 – consumption of hydrogen peroxide, kg / t

Как видно из рисунков, показатели выщелачивания неокисленной руды с применением окислителя (перекиси водорода) подчиняются определенным закономерностям. Испытания длились 23 дня с постепенным увеличением расхода серной кислоты от 3,5 до 19 кг/т, а перекиси водорода от 0,085 до 1,61 кг/т. Окислительно-восстановительный потенциал изменялся от 400 до 620 мВ. Концентрация ионов Fe(III) изменялась от 130 мг/л до 690 мг/л на восьмые сутки и затем постепенно уменьшалась до 100 мг/л. Концентрация Fe(II) на четвертые сутки поднялась до 220 мг/л, а затем на восьмые сутки резко упала до нуля. Концентрация урана в продуктивном растворе нарастала в первые 6 дней и достигла величины 300 мг/л на четвертые сутки выщелачивания. Далее концентрация начала падать и на 23-и сутки составила 12 мг/л. Для поддержания процесса выщелачивания концентрация серной кислоты наращивалась от 5 до 21 г/л. Выщелачивание в таком режиме дало возможность в течение 23 суток извлечь 85 % урана. Значение Ж/Т в процессе выщелачивания изменяется от 0,17 до 3,26. Зависимость извлечения урана от времени выщелачивания описывается выражением

$$\varepsilon_n = -1,6 + 9,0 * T - 0,2 * T^2, \% \quad (2)$$

На рис. 6...8 приведены результаты исследования процесса выщелачивания неокисленных руд Хиагдинского месторождения с

применением в качестве стимулятора нитрита натрия.

Как видно из рисунков, показатели выщелачивания неокисленной руды с применением окислителя нитрита натрия также как перекиси водорода подчиняются определенным закономерностям. Испытания длились 26 дней с постепенным увеличением расхода серной кислоты от 4,8 до 22,3 кг/т, а перекиси водорода от 0,12 до 1,57 кг/т. Окислительно-восстановительный потенциал изменялся от 500 до 400 мВ. Концентрация ионов Fe(III) изменялась от 180 до 80 мг/л. Концентрация Fe(II) на 10-е сутки поднялась до 210 мг/л, а затем резко упала на 16-е сутки до нуля. Концентрация урана в продуктивном растворе нарастала в первые 10 дней и достигла величины 250 мг/л на четвертые сутки выщелачивания. Далее концентрация начала падать и на 26-е сутки составила 14 мг/л. Для поддержания процесса выщелачивания концентрация серной кислоты наращивалась от 5 до 22 г/л. Выщелачивание в таком режиме дало возможность в течение 26 суток извлечь 87 % урана. Значение Ж/Т в процессе выщелачивания изменяется от 0,24 до 3,14. Зависимость извлечения урана от времени выщелачивания описывается выражением

$$\varepsilon_n = -6,7 + 7,1 * T - 0,1 * T^2, \% \quad (3)$$

На рис. 9 представлено сопоставление изменений величины Ж/Т по трем вариантам выщелачивания.

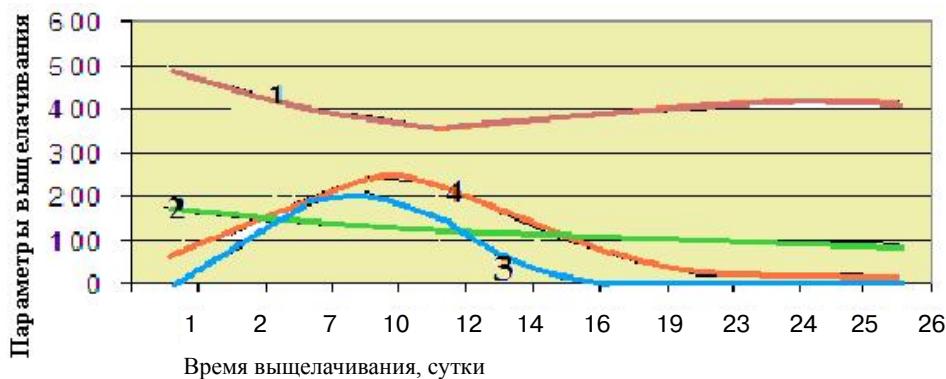


Рис. 6. Зависимость показателей выщелачивания неокисленной руды от времени выщелачивания с нитритом натрия: 1 ряд – ОПВ, мВ; 2 ряд - Fe (III), мг/л; 3 ряд - Fe (II), мг/л; 4 ряд – концентрация урана, мг/л / Fig. 6. Dependence of the leaching indicators of non-oxidized ore on the time of leaching with sodium nitrite: 1 row – OPV, mV; 2 row – Fe (III), mg/l; 3 row – Fe (II), mg/l; 4 row – uranium concentration, mg/l



Рис. 7. Зависимость показателей выщелачивания неокисленной руды от времени выщелачивания с перекисью водорода: 5 ряд – извлечение урана, %; 6 ряд – расход серной кислоты, кг/т; 7 ряд – концентрация серной кислоты, мг/л / Fig. 7. Dependence of the leaching indicators of non-oxidized ore on the time of leaching with hydrogen peroxide: Row 5 – uranium extraction, %; Row 6 – sulfuric acid consumption, kg/t; Row 7 – sulfuric acid concentration, mg/l

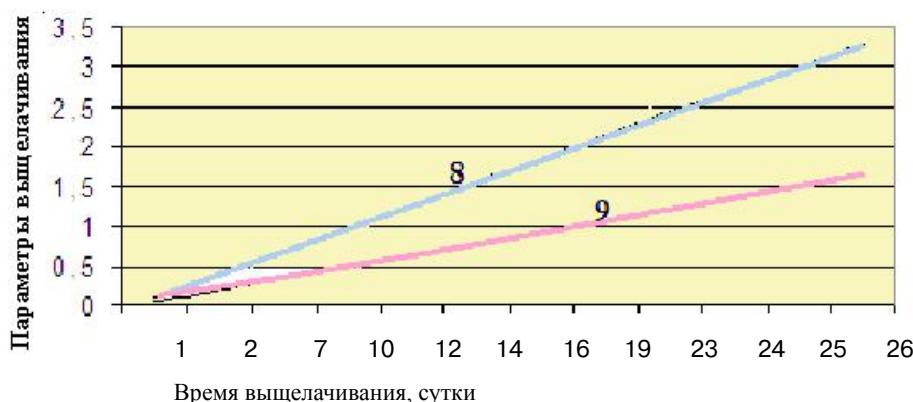


Рис. 8. Зависимость показателей выщелачивания неокисленной руды от времени выщелачивания с нитритом натрия: 8 ряд – Ж/Т; 9 ряд – расход нитрита натрия, кг/т / Fig. 8. Dependence of the leaching indicators of non-oxidized ore on the time of leaching with sodium nitrite: Row 8 – W/T; Row 9 – consumption of sodium nitrite, kg/t



Рис. 9. Зависимость величины Ж/Т от времени выщелачивания неокисленных руд: 1 ряд – без окислителя; 2 ряд – с нитрит натрием; 3 ряд – с перекисью водорода / Fig. 9. Dependence of the W/T value on the leaching time of non-oxidized ores: 1 row – without oxidizer; 2 row – with sodium nitrite; 3 row – with hydrogen peroxide

Из рисунка видно, что по всем трем вариантам наблюдается рост величины Ж/Т в процессе выщелачивания. Показатели соотношения жидкое – твердое при применении окислителей практически идентичны и закономерно изменяются от десятых долей до 2,4...2,6, составляя в среднем 2,0. Немного иначе ведет себя этот показатель при выщелачивании без окислителя: в течение 72 суток наблюдается постепенный рост Ж/Т от нуля до 9, составляя в среднем 4,5.

На рис. 10 показана динамика изменения концентрации серной кислоты в растворе.

Как видно из рисунка, поведение зависимостей концентрации серной кислоты от времени выщелачивания для процессов

с применением окислителей идентичен и их величина изменяется постепенно от 2 до 20 г/л, составляя в среднем 17 г/л. Концентрация растворителя при выщелачивании без окислителя имеет более высокие показатели и изменяется в течение 72 суток от 7 до 35 г/л, составляя в среднем 21 г/л.

На рис. 11 представлена динамика изменения концентрации урана в продуктивном растворе в процессе выщелачивания для всех трех вариантов.

Из рисунка видно, что концентрация серной кислоты в растворе при выщелачивании без применения окислителя имеет тенденцию постепенного уменьшения в течение 80 суток от 50 до 20 мг/л и составляет в сред-

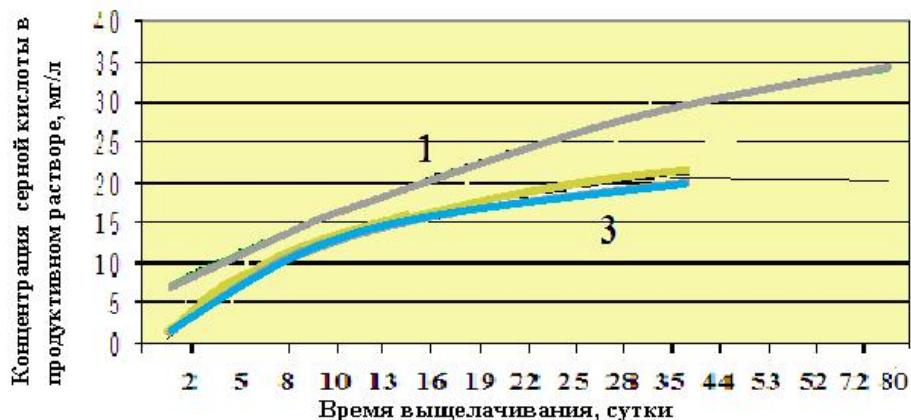


Рис. 10. Зависимость концентрации серной кислоты в растворе от времени выщелачивания неокисленных руд: 1 ряд – без окислителя;; 2 ряд – с перекисью водорода; 3 ряд – с нитрит натрием / Fig. 10. Dependence of the sulfuric acid concentration in solution on the leaching time of non-oxidized ores: 1 row – without an oxidizer;; 2 row - with hydrogen peroxide; 3 row – with sodium nitrite

нем 35 мг/л. Наиболее высокая концентрация урана (до 320 мг/л) достигнута на 4...5-е сутки выщелачивания при применении перекиси водорода. Далее происходило снижение концентрации урана до 50 мг/л на 16-е сутки и далее до уровня 12 мг/л, составляя в среднем 120 мг/л. Максимальная концентрация урана в 250 мг/л достигнута на 10...11-е сутки выщелачивания в присутствии нитрита натрия. Далее концентрация постепенно падала до 14 мг/л, составляя в среднем 110 мг/л.

На рис. 12 представлена динамика выщелачивания урана.

Характер кривых зависимости извлечения урана в продуктивный раствор от времени выщелачивания с применением окислителей практически идентичен: извлечение в 85 % с применением перекиси водорода достигнуто на 23-и сутки, а с применением нитрита натрия (87 %) – на 26-е сутки. Извлечение урана в 88 % без применения окислителя потребовало значительно больше времени – 80 суток.



Рис. 11. Зависимость концентрации урана в продуктивном растворе от времени выщелачивания неокисленных руд: 1 ряд – без окислителя; 2 ряд – с перекисью водорода; 3 ряд – с нитрит натрием / Fig. 11. Dependence of the uranium concentration in the productive solution on the leaching time of non-oxidized ores: 1 row – without an oxidizer; 2 row – with hydrogen peroxide; 3 row – with sodium nitrite



Рис. 12. Зависимость извлечения урана в продуктивный раствор от времени выщелачивания неокисленных руд: 1 ряд – без окислителя; 2 ряд – с перекисью водорода; 3 ряд – с нитрит натрием / Fig. 12. Dependence of uranium extraction into a productive solution on the leaching time of non-oxidized ores: 1 row – without an oxidizer; 2 row – with hydrogen peroxide; 3 row – with sodium nitrite

На рис. 13 представлена динамика изменения концентрации Fe(II) в продуктивном растворе в процессе выщелачивания.

При выщелачивании без применения окислителя первоначальная концентрация Fe(II) в растворе составляла 250 мг/л. В течение первых 10 суток концентрация уменьшилась до 50 мг/л. Далее снижение концентрации продолжилось и на 44-е сутки упала практически до нуля. При применении перекиси водорода концентрация Fe(II) в течение пяти суток поднялась до 200 мг/л и на протяжении следующих четырех суток упала практи-

тически до нуля. Концентрация ионов двухвалентного железа при применении в качестве окислителя нитрита натрия нарастала до уровня 200 мг/л в течение первых 10 суток, а в течение следующих 10 суток упала до нуля.

На рис. 14 показана динамика изменения концентрации в растворе Fe(III) в процессе выщелачивания.

Концентрация ионов трехвалентного железа при выщелачивании без окислителя закономерно меняется от 180 до 40 мг/л. При применении перекиси водорода концентрация Fe(III) за первые 10 суток поднимается до

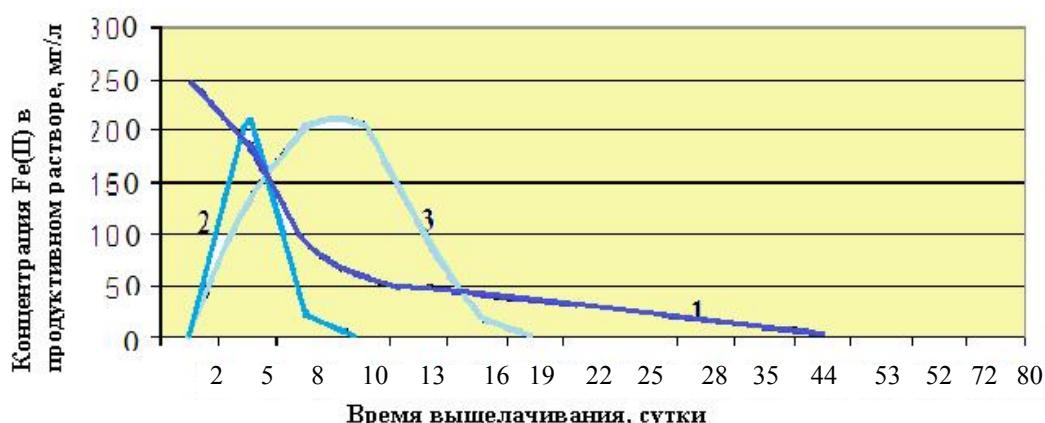


Рис. 13. Зависимость концентрации Fe(II) в продуктивном растворе от времени выщелачивания неокисленных руд: 1 ряд – без окислителя; 2 ряд – с перекисью водорода; 3 ряд – с нитрит натрием / Fig. 13. Dependence of the Fe(II) concentration in the productive solution on the leaching time of non-oxidized ores: 1 row – without an oxidizer; 2 row – with hydrogen peroxide; 3 row – with sodium nitrite

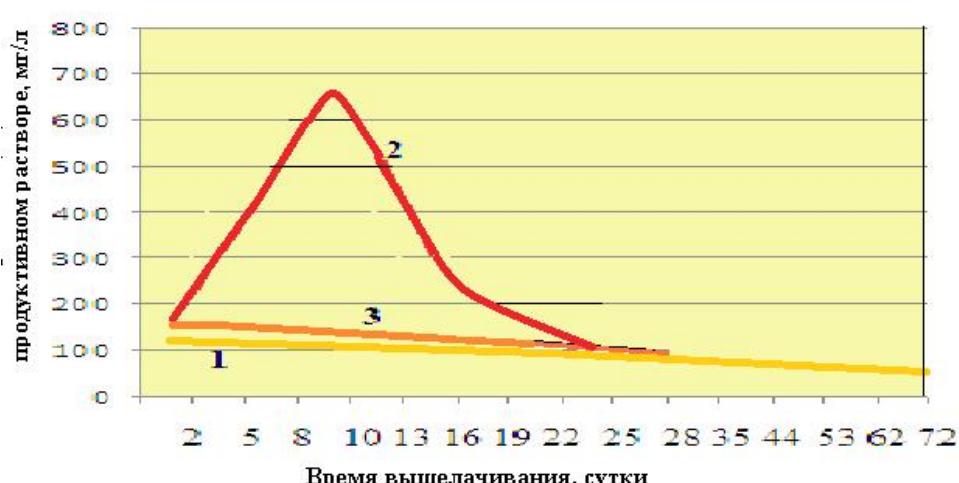


Рис. 14. Зависимость концентрации Fe(III) в продуктивном растворе от времени выщелачивания неокисленных руд: 1 ряд – без окислителя; 2 ряд – с перекисью водорода; 3 ряд – с нитрит натрием / Fig. 14 Dependence of Fe(III) concentration in the productive solution on the leaching time of non-oxidized ores: 1 row – without oxidizer; 2 row – with hydrogen peroxide; 3 row – with sodium nitrite

690 мг/л, а затем к окончанию опыта падает до 100 мг/л. При использовании в качестве окислителя нитрита натрия, концентрация трехвалентного железа равномерно снижается от 180 до 100 мг/л.

Подводя итоги проведенным исследованиям, можно сделать следующие выводы:

– наименьшее отношение Ж/Т наблюдается при выщелачивании с применением перекиси водорода, что означает меньший объем подаваемых рабочих растворов;

– концентрация серной кислоты в рабочем растворе при выщелачивании с применением окислителей практически одинакова и на 40 % ниже, чем при выщелачивании без окислителя;

– наибольшая концентрация урана в продуктивном растворе наблюдается при выщелачивании с применением перекиси водорода и составляет в среднем 130 мг/л;

– извлечение урана в продуктивный раствор с применением окислителей практически дает идентичный результат и составляет 85...87 % с той лишь разницей, что с применением перекиси водорода срок выщелачивания сокращается на три дня; для достижения тех же результатов при выщелачивании без окислителя требуется времени в три раза больше;

– наименьшее количество двухвалентного железа образуется при выщелачивании с применением перекиси водорода (60 мг/л), с применением нитрита натрия несколько больше (80 мг/л), а без окислителя – 110 мг/л;

– набольшая концентрация трехвалентного железа в растворе наблюдается при применении перекиси водорода (300 мг/л), что в три раза больше двух других вариантов.

Таким образом, анализ результатов лабораторных исследований выщелачиваемости неокисленных урановых руд Хиагдинского месторождения показал, что по большинству технологических показателей применение в качестве окислителя перекиси водорода превосходит показатели выщелачиваемости руд с применением нитрита натрия:

– имеет минимальный объем выщелачиваемых растворов;

– минимальный расход серной кислоты;

– наиболее высокую концентрацию урана в продуктивных растворах;

– минимальный срок извлечения урана до уровня 80 %;

– минимальную концентрацию ионов двухвалентного железа, что минимизирует переосаждение урана в виде гидроксида уринала;

– максимальное количество ионов трехвалентного железа, что активирует процесс разрушения урановых минералов и способствует более быстрому переходу урана в продуктивный раствор.

Для более полного подтверждения эффективности применения перекиси водорода в качестве окислителя проведен сравнительный расчет затрат на выполнения этих работ по вариантам.

Экономический расчет подтвердил эффективность применения в качестве окислителя перекиси водорода, при котором этот вариант в три раза дешевле варианта выщелачивания без окислителя и на 15 % дешевле варианта с применением нитрита натрия.

Необходимо отметить, что процесс лабораторного выщелачивания проводится в идеализированных условиях, поэтому в натурных условиях достичь извлечения более чем 80 % в столь короткий период времени практически невозможно из-за множества сдерживающих факторов: неоднородность горно-геологических условий, низкая температура среды, различный коэффициент фильтрации на разных участках залежи, переменчивая мощность рудного пласта и т. д. Тем не менее, проведение лабораторных испытаний с применением различных стимуляторов скважинного выщелачивания урана в равных условиях позволяет выявить основные особенности применения этих стимуляторов и установить эффективность их использования [7; 8; 9].

Опыты с понижением концентрации серной кислоты до 5 г/л с теми же концентрациями окислителей показали, что процесс выщелачивания заметно снижает свою интенсивность. Это говорит о том, что концентрация выщелачивающего реагента должна быть не менее 25 г/л.

Результаты проведенных испытаний показывают, что и в случае применения нитрита слабая кислотность увеличивает расход окислителя. Но его присутствие необходимо и на стадии отработки, так как величина ОВП в опыте с 5 г/л кислоты составляет на этой стадии лишь 430...440 мВ против аналогичного опыта с перекисью в 450...490 мВ.

Сравнительная характеристика показателей выщелачивания в присутствии перекиси водорода и нитрата натрия показывает, что применение в качестве окислителя перекиси водорода более эффективно по сравнению с нитратом натрия.

Таким образом, рекомендуется к применению окислитель – перекись водорода при следующем режиме выщелачивания: на стадии закисления кислотность ВР – не менее 25 г/л, концентрация перекиси водорода 0,5 г/л (на 100 % вещества), ОВП до 450 мВ и выше.

### Список литературы

---

- Гордиенко О. Е., Бучихин Е. П., Ряховский М. И. Проведение опытных работ по подземному выщелачиванию урана с применением окислителей на месторождении Долматово: Отчет ВНИИХТ, ТИ/2909, 2004.
- Машковцев Г. А. Урановый потенциал России // Актуальные проблемы урановой промышленности: сб. трудов VIII Междунар. науч.-практ. конф. Астана: НАК, 2017. 451 с.
- Отчет по теме: «Выбор наиболее эффективного окислителя для литолого – геохимических условий Хиагдинского месторождения»; этап 1б: «Разработка способов устранения негативного влияния солевого состава ПР на цикл сорбционно-десорбционной переработки при использовании различных окислителей». Договор № 211 от 25.04.2011 г. Шифр темы: 130–С<sub>2</sub>. Казатомпром. Алматы, 2017.
- Поезжайев И. П., Полиновский К. Д., Горбатенко О. А. Геотехнология урана / под общ. ред. Ю. В. Демекхова, Б. М. Ибраева. Алматы: КНИТУ им. К. И. Сатпаева, 2017. 327 с.
- Тарасов Н. Н., Kochkin B. T., Velychkin B. I., Doinikova O. A. Условия образования и факторы рудоизвлечения месторождений Хиагдинского рудного поля // Институт геологии рудных месторождений. 2018. Т. 60, № 4. С. 392–400.
- Ходжиев С. К., Назаров Х. М., Эрматов К. А., Мирсаидов И. У., Бобоёров М. Д. Эффективность действия пероксида водорода как окислителя диоксида урана, в зависимости от pH среды // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2018. Т. 61, № 3. С. 275–281.
- Khawassek Y. M., Taha M. H., Eliwa A. A. Kinetics of Leaching Process Using Sulfuric Acid for Sella Uranium Ore Material, South Eastern Desert // EgyptInternational Journal of Nuclear Energy Science and Engineering. 2016.
- Ma Q., Feng Z. G., Liu P., Lin X. K., Li Z. G., Chen M. S. Uranium speciation and in situ leaching of a sandstone-type deposit from China // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 2017. Vol. 311. P. 2129–2134.
- Prävälje R., Bandoc G. Nuclear energy: Between global electricity demand, worldwide decarbonisation imperativeness, and planetary environmental // Journal of Environmental Management. 2018. Vol. 209. P. 81–92.

### References

---

- Gordiyenko O. Ye., Buchikhin Ye. P., Ryakhovsky M. I. *Provedeniye optytnyh rabot po podzemnomu vyschelachivaniyu urana s primeneniem okisliteley na mestorozhdenii Dolmatovo: Otchet VNIIKHT, TI/2909, 2004* (Experimental work on underground leaching of uranium using oxidizing agents at the Dolmatovo deposit: Report of VNIIKhT, TI / 2909, 2004).
- Mashkovtsev G. A. *Aktualnye problemy uranovoy promyshlennosti*: sb. trudov VIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Actual problems of the uranium industry: Collected works of the VIII Intern. scientific-practical conf.). Astana: NAK, 2017. 451 p.
- Otchet po teme: «Vybor naiboleye effektivnogo okislitelya dlya litologo – geohimicheskikh usloviy Khiagdinskogo mestorozhdeniya»; etap 1b: «Razrabotka sposobov ustranieniya negativnogo vliyanija solevogo sostava PR na tsikl sorbtionno-desorbtionnoy pererabotki pri ispolzovanii razlichnyh okisliteley»*. Dogovor № 211 ot 25.04.2011 g. Shifr temy: 130–S2. Kazatomprom (Report on the topic: “The choice of the most effective oxidizing agent for the lithological and geochemical conditions of the Khiagda deposit”; stage 1b: “Development of ways to eliminate the negative impact of the salt composition of the PR on the cycle of sorption-desorption processing when using various oxidizing agents.” Agreement No. 211 dated by April 25, 2011. Subject code: 130–C2. Kazatomprom). Almaty, 2017.
- Poyezzhayev I. P., Polinovsky K. D., Gorbatenko O. A. Geotekhnologiya urana / pod obshch. red. Yu. V. Demekhova, B. M. Ibrayeva (Geotechnology of uranium / ed. ed. Yu. V. Demekhova, M. Ibraeva. Almaty: KNRTU named after K. I. Satpaeva, 2017. 327 p.

5. Tarasov N. N., Kochkin B. T., Velichkin V. I., Doynikova O. A. *Institut geologii rudnyh mestorozhdeniy* (Institute of Geology of Ore Deposits), 2018, vol. 60, no. 4, pp. 392–400.
6. Khodzhiyev S. K., Nazarov Kh. M., Ermakov K. A., Mirsaidov I. U., Boboyorov M. D. *Doklady Akademii nauk Respubliki Tadzhikistan* (Reports of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan). 2018. vol. 61, no. 3, pp. 275–281.
7. Khawassek Y. M., Taha M. H., Eliwa A. A. *Egypt International Journal of Nuclear Energy Science and Engineering* (Egypt International Journal of Nuclear Energy Science and Engineering), 2016.
8. Ma Q., Feng Z. G., Liu P., Lin X. K., Li Z. G., Chen M. S. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* (Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry), 2017, vol. 311, pp. 2129–2134.
9. Pravilie R., Bandoc G. *Journal of Environmental Management* (Journal of Environmental Management), 2018, vol. 209, pp. 81–92.

---

#### Информация об авторе

---

Михайлов Анатолий Николаевич, аспирант, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: физико-химическая геотехнология урана  
Mikhailov.A.N@hiagda.ru

Овсейчук Василий Афанасьевич, д–р техн. наук, профессор, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: физико-техническая и физико-химическая геотехнологии, предконцентрация минерального сырья, рудничная геология  
mks3115637@Yandex.ru

---

#### Information about the author

---

Anatoly Mikhailov, postgraduate, Transbaikal State University, Chita, Russia. Research interests: physical and chemical geotechnology of uranium

Vasily Ovseichuk, doctor of technical sciences, professor, Transbaikal State University, Chita, Russia. Research interests: physical-technical and physical-chemical geotechnologies, pre-concentration of mineral raw materials, mine geology

---

#### Для цитирования

---

Михайлов А. Н. Овсейчук В. А. Влияние различных реагентов на эффективность подземного скважинного выщелачивания урана из руд Хиагдинского месторождения // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 4. С. 16–27. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-16-27.

Mikhailov A., Ovseychuk V. Studies of the various reagents effect on the efficiency of underground borehole leaching of uranium from the ores of the Khiagdinsky deposit// Transbaikal State University Journal, 2022, vol. 28, no. 4, pp. 16–27. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-16-27.

Статья поступила в редакцию: 25.04.2022 г.  
Статья принята к публикации: 27.04.2022 г.

УДК 622.775  
 DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-16-28-34

## **ПОЛУПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЕЙ ПРИ СКВАЖИННОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ ГИДРОГЕННЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХИАГДИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ**

### **SEMI-INDUSTRIAL TESTS OF THE USE OF OXIDANTS IN THE DOWNHOLE LEACHING OF HYDROGENIC ORES OF THE DEPOSITS OF THE KHIAGDINSKY ORE FIELD**



**В. А. Овсейчук,**  
 Забайкальский государственный  
 университет, д-р техн. наук,  
 профессор, г. Чита  
 MKS3115637@Yandex.ru

**V. Ovseychuk,**  
 Transbaikal State University, Doctor of  
 Technical Sciences, Professor,  
 Chita



**А. Н. Михайлов,**  
 Забайкальский государственный  
 университет, аспирант,  
 г. Чита  
 Mihailov.A.N@hiagda.ru

**A. Mikhailov,**  
 Transbaikal State University, post  
 graduate student,  
 Chita

При добыче природного урана из гидрогенных месторождений одной из проблем эффективности отработки является низкая интенсивность перевода полезного компонента в продуктивный раствор при подземном скважинном выщелачивании, что значительно удлиняет срок эксплуатации месторождения и повышает общие затраты на получение готовой продукции [1; 2]. *Объект исследования – технологические установки по подземному скважинному выщелачиванию гидрогенных руд. Цель исследования – закрепить полученные знания при проведении лабораторных исследований в условиях промышленной эксплуатации и разработать режимы применения данной технологии при отработке запасов гидрогенных руд хиагдинского типа. Задачи исследования – установить наиболее эффективные режимы применения перекиси водорода в качестве окислителя. Методика исследования – сбор накопленной информации, математико-статистическая ее обработка, разработка регламента проведения процесса выщелачивания с применением перекиси водорода; проведение исследовательских работ и установление связи между горно-геологическими, гидрогеологическими и технологическими. Методы исследований: математико-статистический анализ, полупромышленные испытания. Причинами низкой интенсивности выщелачивания служат как сложные горно-геологические и гидрогеологические условия локализации гидрогенных руд, так и низкая температура подземных вод. Одним из эффективных технологических приемов повышения эффективности выщелачивания является применение химических активаторов процесса извлечения урана из рудных минералов [10–14]. Лабораторные исследования<sup>1</sup> [7] применения химических окислителей на рудах месторождений Хиагдинского рудного поля показали, что наиболее эффективным активатором выщелачивания является перекись водорода. Для проверки результатов лабораторных исследований в натурных условиях на одной из рудных залежей Хиагдинского месторождения проведены опытно-промышленные испытания результатов этих исследований. В результате выполненных работ удалось установить оптимальные режимы сернокислотного выщелачивания хиагдинских руд с применением в качестве активатора перекиси водорода.*

**Ключевые слова:** подземное скважинное выщелачивание, технологическая скважина, коэффициент фильтрации, окислитель, выщелачивающий раствор, продуктивный раствор, концентрация серной кислоты, концентрация урана, отношение Ж/Т, окислительно-восстановительный потенциал, перекись водорода, нитрит натрия

<sup>1</sup> Овсейчук В. А. Зависимость извлечения урана в раствор при кучном выщелачивании от петрографического состава руд // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2021. – Т. 27, № 7. – С. 27–31.

When extracting natural uranium from hydrogenic deposits, one of the problems of development efficiency is the low rate of conversion of a useful component into a productive solution during underground well leaching, which significantly lengthens the life of the field and increases the total cost of obtaining finished products [1; 2]. The object of the research is technological installations for in-situ borehole leaching of hydrogenous ores. The purpose of the research is to consolidate the knowledge obtained in laboratory studies under industrial operating conditions and to develop modes of application of this technology in the development of reserves of hydrogenous ores of Khiagda type. Research objective is to establish the most effective modes of hydrogen peroxide application as an oxidizer. Research methodology is presented by the collection of accumulated information, its mathematical and statistical processing, and development of regulations of the leaching process with hydrogen peroxide; conducting research work and establishing the relationship between the mining, geological, hydrogeological and technological Research methods: mathematical and statistical analysis, semi-industrial tests. The reasons for the low intensity of leaching are both complex mining, geological and hydrogeological conditions for the localization of hydrogenic ores and low groundwater temperature. One of the effective technological techniques for increasing leaching efficiency is the use of chemical activators of the uranium extraction process from ore minerals [10–14]. Laboratory studies [7] of the use of chemical oxidizers in the ores of the Khiagdinsky ore field deposits have shown that hydrogen peroxide is the most effective activator of leaching. To verify the results of laboratory tests in situ at one of the ore deposits of the Khiagdinskoye deposit, pilot tests of the results of these studies were carried out. As a result of the work performed, it has become possible to establish the optimal modes of sulfuric acid leaching of chiagdin ores using hydrogen peroxide as an activator.

**Key words:** underground well leaching, technological well, filtration coefficient, oxidizer, leaching solution, productive solution, sulfuric acid concentration, uranium concentration, F/T ratio, redox potential, hydrogen peroxide, sodium nitrite

**Введение.** Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью поверки результатов лабораторных исследований по интенсификации процесса подземного скважинного выщелачивания применением химического активатора в промышленных условиях.

**Объект исследования** – технологические установки по подземному скважинному выщелачиванию гидрогенных руд.

**Цель исследования** – закрепить полученные знания при проведении лабораторных исследований в условиях промышленной эксплуатации и разработать режимы применения данной технологии при отработке запасов гидрогенных руд хиагдинского типа.

**Задачи исследования** – установить наиболее эффективные режимы применения перекиси водорода в качестве окислителя.

**Методика исследования** – сбор информации, математико-статистическая ее обработка, разработка регламента проведения процесса выщелачивания с применением перекиси водорода; проведение исследовательских работ и установление связи между горно-геологическими, гидрогеологическими и технологическими.

**Методы исследований:** математико-статистический анализ, полупромышленные испытания.

**Разработанность темы.** Лабораторные испытания по выщелачиванию рудных проб, характеризующих усредненные показатели гидрогенных месторождений Хиагдинского рудного поля, показали, что применение химических активаторов процесса перевода урана в подвижное состояние при ПСВ позволяет значительно интенсифицировать процесс выщелачивания. При этом наиболее эффективным окислителем хиагдинских руд является перекись водорода [5].

Рекомендуемые к проведению опытно-промышленных работ технологические показатели:

– на стадии закисления кислотность выщелачивающих растворов не менее 25 г/л, концентрация перекиси водорода 0,5 г/л (на 100 % вещества), ОВП до 450 мВ и выше.

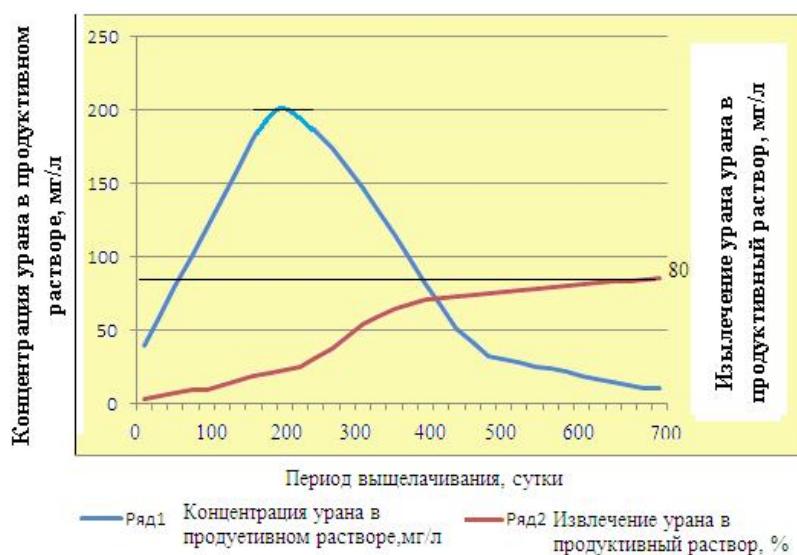
Рекомендуемые технологические параметры испытаны при отработке рудного блока залежи X5-6-C1 Хиагдинского месторождения гексагональной схемой радиусом 30 м и применением в качестве окислителя перекисью водорода [8].

В табл. 1 представлены технологические параметры выщелачивания опытного блока.

**Технологические параметры выщелачивания опытного блока залежи Х5-6-С, Хиагдинского месторождения с применением в качестве окислителя перекиси водорода / Process parameters of the experimental block leaching at the deposit Kh5-6-S1 the Khiagdinskoye field using hydrogen peroxide as an oxidizing agent**

Наименование показателей / Name of indicators	Ед. измер./ U. measure	Величины показателей / Sizes Indicators	Примечание / Note
Концентрация серной кислоты при закислении/ Concentration of sulfuric acid at acidification	мг/л / mg/l	25,5	
Концентрация серной кислоты при выщелачивании/ Concentration of sulfuric acid during leaching	мг/л / mg/l	13,1	
Расход серной кислоты / Sulfuric acid consumption	кг/т / kg/t	13,3	
Расход перекиси водорода / Hydrogen peroxide consumption	кг/т / kg/t	0,88	
Средняя концентрация урана в продуктивном растворе / Average concentration of uranium in the productive solution	мг/л / mg/l	88	
Средняя величина ОПВ / Mean OPV	мВ / mV	576	
Средняя концентрация ионов Fe(II)/ Average ion concentration Fe (II)	мг/л / mg/L	55	
Средняя концентрация ионов Fe(III)/ Average Fe (III) ion concentration	мг/л / mg/L	216	
Продолжительность закисления / Duration of acidification	сутки / day	62	
Продолжительность выщелачивания до извлечения 80 % урана в продуктивный раствор/ Duration of leaching until extraction of 80 % uranium into the productive solution	сутки / day	700	
Средняя величина Ж/Т / Average F/T	д. ед. / unit	3,5	

На рис. 1 представлена схема зависимости изменения концентрации урана в продуктивном растворе от времени выщелачивания.



**Рис. 1. Зависимость изменения концентрации урана и извлечения урана в продуктивный раствор от времени выщелачивания / Fig. 1. Dependence of uranium concentration change and uranium extraction into productive solution on leaching time**

Концентрация урана в продуктивном растворе в процессе выщелачивания постепенно возрастает до 200 мг/л, затем начинается снижение концентрации до 30 мг/л на 480-е сутки. В последующий период выщелачивания (до 700 суток) концентрация падает до 10 мг/л, после чего процесс выщелачивания прекращается.

Зависимость концентрации от времени выщелачивания урана описывается формулой

$$C_u = -1,8 + 1,7 * T - 0,006 * T^2, \text{ мг/л}, \quad (1)$$

где  $T$  – период выщелачивания, сутки.

Извлечение урана в продуктивный раствор постепенно возрастает в течение первых 220 суток выщелачивания до уровня 25 %, затем процесс ускоряется и к 390-м суткам извлечение достигает значения в 70 %, после этого интенсивность перехода урана в продуктивный раствор замедляется и к 700 суткам достигает уровня 80 %.

На рис. 2 представлена схема зависимости изменения Ж/Т, концентрации серной кислоты, расхода серной кислоты и перекиси водорода от времени выщелачивания.

Как видно из рис. 2, величина Ж/Т в процессе выщелачивания постепенно изменяется от 1,5 до 6,7 м<sup>3</sup>/т, составляя в среднем 3,5 м<sup>3</sup> раствора на 1 т горно-рудной массы. Поведение величины Ж/Т отражается зависимостью

$$\varepsilon_{c.k.} = 1,7 + 0,005 * T, \text{ кг/т}. \quad (2)$$

Концентрация серной кислоты в растворе в течение первых 100 суток постепенно нарастает до 33 г/л раствора, а затем снижается до уровня 10 г/л на 250-е сутки и остается на этом уровне в течение всего последующего периода выщелачивания. Средняя концентрация серной кислоты составляет 14,2 г/л. Зависимость изменения концентрации серной кислоты в продуктивном растворе от времени выщелачивания описывается формулой

$$\varepsilon_{c.k.} = 17,7 + 0,2 * T - 0,001 * T^2, \text{ мг/л}. \quad (3)$$

Поведение расхода серной кислоты полностью повторяет изменения ее концентрации в продуктивном растворе. Расход перекиси водорода в процессе выщелачивания изменяется от 1,6 до 2,0 кг/т в течение пер-

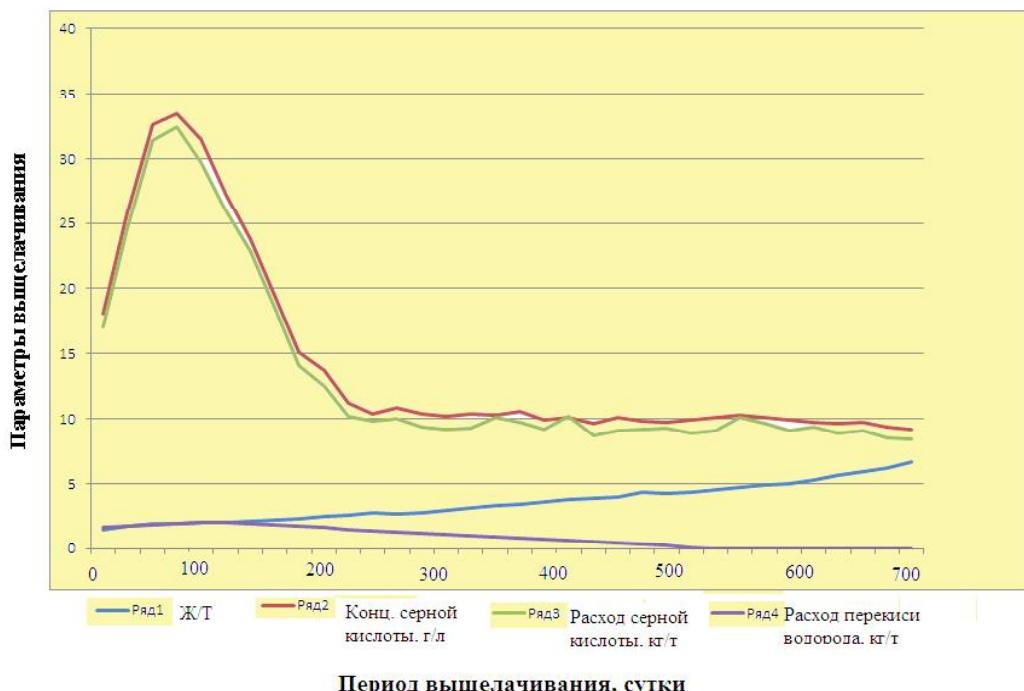


Рис. 2. Зависимость изменения Ж/Т, концентрации серной кислоты, расхода серной кислоты и перекиси водорода от времени выщелачивания / Fig. 2. Dependence of change in W/T, concentration of sulfuric acid, and consumption of sulfuric acid and hydrogen peroxide on leaching time

вых 100 суток, а затем расход постепенно уменьшается и на 540-е сутки достигает нулевого значения.

На рис. 3 представлена схема зависимости перехода в раствор в процессе выщелачивания ионов двухвалентного и трехвалентного железа и изменение окислительно-восстановительного потенциала среды от времени выщелачивания [9].

ется до уровня 660 мВ, затем в течение последующих 20 суток его величина падает до 580 мВ, далее происходит постепенное снижение величины ОПВ до 550 мВ по окончании процесса выщелачивания.

**Выводы.** В результате проведенных полупромышленных испытаний установлено:

1. Наиболее эффективным активатором выщелачивания руд месторождений Хиаг-



Рис. 3. Зависимости перехода в раствор в процессе выщелачивания ионов двухвалентного и трехвалентного железа и изменение окислительно-восстановительного потенциала среды от времени выщелачивания / Fig. 3. Dependence of transition to solution during leaching of ferrous and ferric ions and change of redox potential of medium on leaching time

В процессе выщелачивания происходит постепенное повышение концентрации трехвалентного железа и в течение первых 340 суток его значение достигает величины 690 мг/л. Далее концентрация понижается и к 220-м суткам падает до уровня 210 мг/л. В течение последующего периода выщелачивания происходит постепенное уменьшение концентрации Fe(III) до уровня 100...90 мг/л. Поведение ионов двухвалентного железа по характеру кривой зависимости схоже с поведением ионов Fe(III). В течение первых 130 суток концентрация Fe(II) повышается до уровня 210 мг/л. Далее концентрация ионов начинает падать и к 350-м суткам достигает нулевого значения.

Окислительно-восстановительный потенциал за период первых 60 суток поднимается

динского рудного поля является перекись водорода.

2. Рекомендуемыми параметрами выщелачивания с применением перекиси водорода являются:

- расход серной кислоты на стадии окисления – 25 кг/т;
- расход серной кислоты на стадии выщелачивания – 7 кг/т;
- расход перекиси водорода на стадии закисления – 1,6 кг/т;
- Ж/Т – 3,5 м<sup>3</sup>/т;
- отношение Fe(III)/Fe(II) – более 1;
- минимальная концентрация урана в продуктивном растворе – 10 мг/л;
- извлечение урана в продуктивный раствор не менее 80 %.

3. В результате испытаний получены следующие результаты:

– срок отработки запасов опытного блока составил 700 суток, что в среднем на 400 суток меньше, чем по принятой технологии;

– извлечение урана в продуктивный раствор составило 80 %, что на 4 % выше, чем при базовой технологии выщелачивания.

### Список литературы

1. Аликулов Ш. Ш. Исследование кинетики продуктивных растворов при подземном выщелачивании урана // Неделя горняка-2017: материалы XXV Междунар. науч. симпозиума. Отд. вып. (Москва, 23–27 января 2017 г.). М.: Уголь, 2017. С. 140–143.
  2. Аликулов Ш. Ш., Курбанов М. А., Шарафутдинов У. З., Халимов И. У. Исследование гидродинамических параметров при подземном выщелачивании путем физического моделирования // Горный вестник Узбекистана. 2019. № 1. С. 77–82.
  3. Полиновский К. Д. Комплексный подход к изучению проблем интенсификации процесса ПСВ урана // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2012. № 7.
  4. Рычков В. Н. Проведение опытно промышленных испытаний по интенсификации процесса подземного выщелачивания урана на ЗАО «ДАЛУР». Екатеринбург: Фонды УГТУ – УПИ, 2005. 91 с.
  5. Тарасов Н. Н., Kochkin B. T., Velichkin V. I., Doynikova O. A. Условия образования и факторы рудоконтроля месторождений Хиагдинского рудного поля // Геология рудных месторождений. 2018. Т. 60, № 4. С. 392–400.
  6. Хамидов С. Б., Аликулов Ш. Ш., Халимов И. У., Алимов М. У. Интенсификация параметров подземного выщелачивания урана из слабопроницаемых руд на примере урановых месторождений Узбекистана // Universum: технические науки. 2020. № 6. URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9704> (дата обращения: 20.04.2022).
  7. Ходжиеев С. К., Назаров Х. М., Эрматов К. А., Мирсаидов И. У., Бобоёров М. Д. Эффективность действия пероксида водорода как окислителя диоксида урана, в зависимости от pH среды // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. Химические науки. 2018. Т. 61, № 3. С. 275–281.
  8. Charalambous F. A., Ram R., McMaster S., Pownceby M. I., Tardio J., Bhargava S. K. Leaching behaviour of natural and heat-treated brannerite-containing uranium ores in sulphate solutions with iron(III) // Minerals Engineering. 2014. Vol. 57. H. 25–35.
  9. Kaixuan Tan, Chunguang Li, Jiang Liu, Huiqiong Qu. A novel method using a complex surfactant for in-situ leaching of low permeable sandstone uranium deposits. Hengyang 421001: School of Nuclear Resources Engineering, University of South China, China 2014.
  10. Khawassek Y. M., Taha M. H., Eliwa A. A. Kinetics of Leaching Process Using Sulfuric Acid for Sella Uranium Ore Material, South Eastern Desert // Egypt International Journal of Nuclear Energy Science and Engineering. 2016.
  11. Ma Q., Feng Z.G., Liu P., Lin X.K., Li Z.G., Chen M.S. Uranium speciation and in situ leaching of a sandstone-type deposit from China / Q. Ma, //Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 2017, Vol. 311. P. 2129–2134.
  12. Solodov I. N. In Situ Leach Mining of Uranium in the Permafrost Zone, Khiagda Mine, Russain Federatin // URAM-2014. IAEA. International Symposium (23–27 June, 2014). On Uranium Raw Material for the Nuclear Fuel Cucle: Exploration, Mining, Production, Sypply and Demand, Economics and Environment issues. Vienna, Austria. 2014. Vol. 6. P. 62–73.
- 
- ### References
1. Alikulov Sh. Sh. *Nedelya gornyaka-2017: materialy XXV Mezhdunar. nauch. simpoziuma. Otd. vyp.* (Moskva, 23–27 yanvarya 2017 g.) (Miner's Week-2017: materials of the XXV Intern. scientific symposium. Dep. issue (Moscow, January 23–27, 2017). M.: Ugol, 2017, pp. 140–143.
  2. Alikulov Sh. Sh., Kurbanov M. A., Sharafutdinov U. Z., Khalimov I. U. *Gorny vestnik Uzbekistana* (Mining Bulletin of Uzbekistan), 2019, no. 1. pp. 77–82.
  3. Polinovsky K. D. *Gorny informatsionno-analiticheskiy byulleten* (Mining information and analytical bulletin), 2012, no. 7.
  4. Rychkov V. N. *Provedeniye optytno promyshlenniy ispytaniy po intensifikatsii protsessa podzemnogo vyschelachivaniya urana na ZAO «DALUR»* (Carrying out pilot tests on intensification of the process of underground leaching of uranium at CJSC DALUR). Yekaterinburg: Funds of USTU - UPI, 2005, 91 p.
  5. Tarasov N. N., Kochkin B. T., Velichkin V. I., Doynikova O. A. *Geologiya rudnyh mestorozhdeniy* (Geology of ore deposits), 2018, vol. 60, no. 4. pp. 392–400.

6. Khamidov S. B., Alikulov Sh. Sh., Khalimov I. U., Alimov M. U. *Universum: tehnicheskiye nauki* (Universum: technical sciences), 2020, no. 6. Available at: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9704> (date of access: 20.04.2022).
7. Khodzhiyev, S. K., Nazarov Kh. M., Ermatov K. A., Mirsaidov I. U., Boboyorov M. D. Doklady Akademii nauk Respublikи Tadzhikistan. Khimicheskiye nauk (Reports of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Chemical Sciences), 2018, vol. 61, no. 3, pp. 275–281.
- Charalambous F. A., Ram R., McMaster S., Pownceby M. I., Tardio J., Bhargava S. K. *Minerals Engineering* (Minerals Engineering), 2014, vol. 57, pp. 25–35.
- Kaixuan Tan, Chunguang Li, Jiang Liu, Huiqiong Qu. *A novel method using a complex surfactant for in-situ leaching of low permeable sandstone uranium deposits* (A novel method using a complex surfactant for in-situ leaching of low permeable sandstone uranium deposits). Hengyang 421001: School of Nuclear Resources Engineering, University of South China, China 2014.
- Khawassek Y. M., Taha M. H., Eliwa A. A. *EgyptInternational Journal of Nuclear Energy Science and Engineering* (EgyptInternational Journal of Nuclear Energy Science and Engineering), 2016.
- Ma Q., Feng Z.G., Liu P., Lin X.K., Li Z.G., Chen M.S. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 2017, Vol. 311. P. 2129–2134.
- URAM-2014. IAEA. International Symposium (23–27 June, 2014). On Uranium Raw Material for the Nuclear Fuel Cycle: Exploration, Mining, Production, Supply and Demand, Economics and Environment issues* (URAM-2014. IAEA. International Symposium (23–27 June, 2014). On Uranium Raw Material for the Nuclear Fuel Cycle: Exploration, Mining, Production, Supply and Demand, Economics and Environment issues). Vienna, Austria. 2014. Vol. 6. P. 62–73.

### Информация об авторе

Овсейчук Василий Афанасьевич, д–р техн. наук, профессор, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: физико-техническая и физико-химическая геотехнологии, предконцентрация минерального сырья, рудничная геология  
mks3115637@Yandex.ru

Михайлов Анатолий Николаевич, аспирант, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: физико-химическая геотехнология урана  
Mikhailov.A.N@hiagda.ru

### Information about the author

Vasily Ovseichuk, doctor of technical sciences, professor, Transbaikal State University, Chita, Russia. Research interests: physical-technical and physical-chemical geotechnologies, pre-concentration of mineral raw materials, mine geology

Anatoly Mikhailov, postgraduate, Transbaikal State University, Chita, Russia. Research interests: physical and chemical geotechnology of uranium

### Для цитирования

Овсейчук В. А., Михайлов А. Н. Полупромышленные испытания применения окислителей при скважинном выщелачивании гидрогенных руд месторождений Хиагдинского рудного поля / Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 4. С. 28–34. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-16-28-34.

Ovseychuk V., Mikhailov A. Semi-industrial tests of the use of oxidants in the downhole leaching of hydrogenic ores of the deposits of the Khiagdinsky ore field // Transbaikal State University Journal, 2022, vol. 28, no. 4, pp. 28–34. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-16-28-34.

Статья поступила в редакцию: 22.04.2022 г.  
Статья принята к публикации: 27.04.2022 г.

УДК 622.765:620:669  
 DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-35-49

## МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕЖАЛОГО ВЕЛЬЦ-КЛИНКЕРА

### STUDY OF MINERALOGICAL AND TEXTURAL-STRUCTURAL FEATURES OF OLD WELTZ-CLINKER



**Н. Н. Орехова,**  
Магнитогорский  
государственный  
технический университет  
им. Г. И. Носова,  
г. Магнитогорск  
n\_oreho@mail.ru



**И. В. Глаголева,**  
Магнитогорский  
государственный  
технический университет  
им. Г. И. Носова,  
г. Магнитогорск  
iva\_290983@mail.ru



**Ю. Ю. Ефимова**  
Магнитогорский  
государственный  
технический университет  
им. Г. И. Носова,  
г. Магнитогорск  
jefimova78@mail.ru



**О. Е. Горлова,**  
Магнитогорский  
государственный  
технический университет  
им. Г. И. Носова,  
г. Магнитогорск  
gorlova\_o\_e@mail.ru

**N. Orekhova,**  
Nosov Magnitogorsk State  
Technical University,  
Magnitogorsk

**I. Glagoleva,**  
Nosov Magnitogorsk  
State Technical University,  
Magnitogorsk

**J. Efimova,**  
Nosov Magnitogorsk  
State Technical University,  
Magnitogorsk

**O. Gorlova,**  
Nosov Magnitogorsk  
State Technical University,  
Magnitogorsk

**В** условиях ограниченности природных ресурсов отходы минерального сырья становятся потенциальной сырьевой базой. Одним из восстремованных видов такого сырья является клинкер вельцевания цинковых кеков. Появилась необходимость в разработке технологии его переработки. Объектом исследования послужила проба клинкера, долговременно хранящегося в отвале, крупностью 50 мм. Предметом исследования – минералогические и текстурно-структурные особенности клинкера. Цель исследования – выявить особенности структуры и фазового состава лежалого клинкера Челябинского цинкового завода. Анализируется химический, минералогический и фазовый состав лежалого клинкера вельцевания цинковых кеков Челябинского цинкового завода. Проводится анализ свойств основных компонентов этого техногенного отхода. Массовая доля металлов в клинкере сопоставима с массовой долей их в сульфидных рудах, в связи с этим клинкер рассматривается как сырьевой железосодержащий, медьсодержащий, цинксодержащий материал. Проанализированы существующие методы обогащения клинкера вельцевания. Исследуются особенности текстурно-структурного состава и обосновывается целесообразность применения механических и физико-химических методов разделения фаз клинкера. Для изучения вещественного состава клинкера используется комплекс минералого-аналитических методов, включающий оптическую микроскопию, электронную микроскопию и рентгеноспектральный анализ. В результате изучения фазового и минералогического составов клинкера установлено, что часть железосодержащих фаз, атомарный состав которых близок к составу минералов пирит-пирротинового ряда, представлена троилитом. Обоснована возможность образования троилита в вельц-процессе. Электронно-микроскопический анализ подтвердил, что распознанные при картировании поверхности шлифа богатые по меди фазы (при сильном увеличении) состоят из рассредоточенных в шпинелевой или меллилитовой матрице сульфидов меди размером менее 15 мкм. Относительно богатые цинксодержащие фазы по составу преимущественно представлены железистым сфалеритом (марматитом) и ферритом цинка. Результаты комплексного изучения структурно-фазовых особенностей

клинкера показали необходимость включения в план исследований на обогатимость гравитационного разделения с целью более полного выделения железа в концентрат и флотацию тонкоизмельченного клинкера с целью повышения излечения меди- и цинксодержащих фаз

**Ключевые слова:** клинкер вельцевания, вельц-процесс, структурный анализ, минералогический состав, фазовый состав, оптическая микроскопия, электронная микроскопия, рентгеноспектральный микроанализ, троилит, пирит, сфалерит, шпинелевая структура

The chemical, mineralogical and phase composition of clinker from zinc cakes is analyzed. An analysis of the properties of the main components of the Waelz-clinker is carried out. It has been established that the mass fraction of copper in it is comparable to its mass fraction in sulfide ores, in connection with this, clinker is considered as a raw iron-containing, copper-containing, zinc-containing and carbon-containing material. The existing methods of clinker enrichment are analyzed. The features of the textural and structural composition of the old clinker of the Chelyabinsk zinc plant are investigated and the use of mechanical and physico-chemical separation methods for different phases of the clinker is substantiated. To study the material composition of clinker, a complex of mineralogy and analytical methods is used, including optical microscopy, electron microscopy and X-ray spectral analysis. As a result of studying the phase and mineralogical compositions of clinker, it has been found that some of the iron-containing phases, the atomic composition of which is close to the composition of pyrite-pyrrhotite type minerals, is represented by troilite. The possibility of troilite formation in the Waelz process is substantiated. Electron microscopic analysis confirmed that the copper-rich phases identified during the mapping of the surface of the thin section at high magnification consist of copper sulfides dispersed in the spinel or mellilit matrix with a size of less than 15  $\mu\text{m}$ . The composition of the relatively rich zinc-containing phases is predominantly represented by ferruginous sphalerite (marmatite) and zinc ferrite. The results of a comprehensive study of the structural and phase characteristics of clinker showed the need to include gravity separation in the plan of research on the washability of gravitational separation in order to more fully release iron into concentrate and flotation of finely divided clinker in order to increase the recovery of copper and zinc-containing phases

**Key words:** Waelz clinker, Waelz process, structural analysis, mineralogical composition, phase composition, optical microscopy, electron microscopy, X-ray spectral microanalysis, troilite, pyrrite, sphalerite, spinel structure

**В**ведение. В условиях ограниченности практически всех видов природных ресурсов и существенного истощения минерально-сырьевой базы страны отходы добычи и переработки минерального сырья, долгое время складируемые и хранящиеся, являются не только загрязнителями окружающей среды, но неизбежно становятся потенциальной сырьевой базой производства черных, цветных, благородных, редких металлов и других попутных продуктов. Состояние сырьевой базы предприятий цветной металлургии требует бережного отношения как к используемому сырью, так и к накопленным отходам производства. Спрос на черные и цветные металлы, а также затраты на разработку новых месторождений стабильно высоки, что обуславливает необходимость переработки вторичного сырья. К такому сырью относится клинкер вельцевания цинковых кеков. Вследствие того, что цветные и благородные металлы в нём присутствуют в количествах, сопоставимых с первичнымрудным сырьем, необходимо разрабатывать технологии его переработки.

Объектом исследования является проба клинкера вельцевания цинковых кеков, долговременно хранящегося в отвале Челябинского цинкового завода (ЧЦЗ) крупностью -50 мм. Массовая доля класса +25 мм составляла 10,2 %, а класса минус 1 мм – 19,6 %.

Клинкер по условиям своего образования является продуктом двух этапов высокотемпературного обжига цинкового сырья и выщелачивания электролитом, что предопределяет его сложный многокомпонентный состав и нахождение большей части ценных металлов в форме твердых растворов, которые практически невозможно разделять обогатительными способами.

Клинкер – это metallurgicalский твёрдый спеченный остаток после вельцевания полиметаллических отходов пирометаллургического передела концентратов обогащения руд цветных металлов, в частности цинковых кеков. В процессе вельцевания получают обогащённые цинком возгоны и клинкер. Пределы колебаний составов цинковых кеков и отхода от их переработки даны в табл. 1.

Таблица 1 / Table 1

Состав\* / Composition\*

Продукт / Product	Элемент или фаза, % / Element or phase											
	Zn	Pb	Cu	Cd	Fe	S	SiO <sub>2</sub>	Ca	Mg	Mn	C	Ag г/т
Цинковый кек / Zinc cake	19-24	5-12	0,5-1,5	0,1-0,2	23-32	5-10	1-12	0,4-3,2	0,3-1,3	0,5-1,0	—	200-450
Клинкер / Clinker	0,7-2,0	0,5-1,5	0,9-6,0	—	20-40	1,38-5,1	—	—	—	—	10-20	50-350

\* в кеках и клинкерах находятся также индий, таллий, олово, мышьяк, сурьма, золото.

Химический анализ пробы клинкера представлен в табл. 2. Анализ выполнен на рентгено-флуоресцентном анализаторе (РФА) 8000-DX компании Shimadzu.

Таблица 2 / Table 2

Состав клинкера вельцевания / Waelz clinker composition

Продукт / Product	Массовая доля, % / Mass fraction, %												
	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Ba	As	MgO	Ni
Клинкер / Clinker	3,34	27,8	2,02	0,53	0,2	7,96	15,73	3,25	6,17	0,25	0,28	2,65	0,018

Предметом исследования являются текстурно-структурные и фазовые особенности клинкера.

**Актуальность исследования.** При выборе и обосновании ресурсосберегающих технологий комплексной переработки техногенного минерального сырья необходимо изучить формы нахождения ценных компонентов в нем, распределение их по минеральным формам, характер срастания техногенных фаз и их морфометрические характеристики, микротвердость фаз в сростках<sup>1</sup>. Фазовый и минеральный состав клинкера вельцевания цинковых кеков зависит от состава исходного цинкового концентрата, способа переработки цинковых кеков, от параметров и особенностей процесса вельцевания.

Целью исследования является выявление особенностей структуры и фазового состава лежалого клинкера ЧЦЗ с использованием комплекса минералого-аналитических методов и обоснование применения комбинации механических и физико-химических методов выделения для разных фаз клинкера. Задачи исследования: провести микроскопический анализ, определить и описать фазы клинкера с позиций технологической минералогии.

**Разработанность темы.** Наиболее часто для переработки цинковых кеков применяют

процесс их вельцевания в смеси с коксом в трубчатых вращающихся печах при температуре 1100...1200 °C. Содержание кокса составляет порядка 35...40 % от массы перерабатываемого материала. Верхний предел температуры ограничивается плавлением шихты, которая в течение процесса должна находиться в твёрдом состоянии. В соответствии с описанием химических процессов [16] в результате протекающих в печи химических реакций сульфаты цветных металлов частично восстанавливаются до сульфидов, железо, присутствующее в кеке в виде ферритов цинка, меди, кадмия, а также в форме Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, восстанавливается до металла. Образующийся фаялит 2FeO·SiO<sub>2</sub> создает с FeO легкоплавкую (1180 °C) эвтектику. Выделяющееся металлическое железо частично науглероживается, что приводит к образованию чугуна, мелкие частицы которого свариваются в крупные комья. Глинозём, содержащийся в кеках, образует алюминаты ZnO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и PbO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Оксисленная медь восстанавливается до металлической и образует с металлическим железом и полусернистой медью сплав Fe-Cu-S переменного состава, обладающий магнитными свойствами [14]. Цинк в клинкере встречается в виде сульфидов, силикатов, ферритов и оксидов; медь в основном представлена металлической ме-

<sup>1</sup>Горлова О. Е., Орехова Н. Н. Разработка алгоритма формирования ресурсосберегающих технологий комплексной переработки техногенного минерального сырья // Современные достижения университетских научных школ: сб. докладов нац. науч. школы-конф. – Магнитогорск: Магнитогорг. гос. техн. ун-т им. Г. И. Носова, 2020. – С. 159–164.

дью, ферритами и сульфидами (борнит, халькозин, халькопирит) [1]. Отличительной особенностью лежалого клинкера, по сравнению с только что образованным, является более низкое содержание меди, серы и благородных металлов и более высокое содержание окисленных соединений [10].

Таким образом, технологический процесс образования клинкера и происходящие при этом физико-химические процессы определяют поведение всех компонентов исходных цинковых кеков и, соответственно, сложный многоэлементный состав образующегося клинкера с широким набором качественных и количественных характеристик.

С. И. Митрофанов и П. Ф. Еремин еще в 1940 г. показали, что эффективное выделение кокса из клинкера возможно с применением отсадки, магнитной сепарации и флотации. Металлическое железо, германий, галлий, индий и медь из клинкеров в коллективный железный концентрат можно выделить с помощью магнитного обогащения. На комбинате им. Д. Благоева (г. Пловдив) для получения медьсодержащего продукта клинкер фракции –16 мм обогащают в тяжелой суспензии, и далее тяжелую фракцию –16 мм подвергают магнитной сепарации [21]. В последние годы предпринимаются попытки решить проблему переработки клинкера с использованием современных приемов гидрометаллургической технологии: автоклавное выщелачивание, окислительное каталитическое вскрытие и др. [13; 15; 19; 20; 22; 23]. В исследованиях предлагаются развернутые схемы обогащения, включающие магнитную сепарацию, угольную и сульфидную флотации [6; 11].

Эффективность разрабатываемых ресурсоспроизводящих технологий переработки клинкера будет напрямую зависеть от степени выявления его минерального состава и особенностей структуры этого отхода цинкового производства.

**Методология и методы исследования.** Для изучения текстурно-структурных особенностей клинкера использовался комплекс минералого-аналитических методов, включающий оптическую микроскопию, электронную микроскопию и рентгеноспектральный анализ. Комплекс используемых методов позволил получить более полную и достоверную информацию о минеральном (фазовом) составе техногенного сырья.

Микроскопический анализ проводили с использованием аншлифов и монтированных шлифов. Аншлифы изготовлены из штрафных образцов крупностью не менее 25 мм приблизительно одного размера. Штрафные образцы макроскопически отличались по цвету, текстуре и удельному весу и являлись типичными для данной пробы. Монтированные шлифы готовились отдельно из продуктов магнитного разделения фракции клинкера -3+1 мм. Фракция -3+1 мм получена при дроблении представительной пробы исходного клинкера до класса менее 5 мм и последующего рассева с целью изучения гранулометрических характеристик пробы и обогащенности магнитными методами. Разделение проводили ручным магнитом с напряженностью магнитного поля 102 кА/м.

Шлифы и аншлифы готовились по стандартным методикам, принятым для руд. Для проведения электронно – микроскопических исследований с целью обеспечения электропроводимости монтированного шлифа при заливке перпендикулярно поверхности шлифа вставляли медную проволоку.

Оптико-микроскопический анализ проведен на анализаторе «Минерал С7» с управляющей программой «SIAMS Photolab»; микротвердость определена на микротвердомере Buehler Micromet 5103 Buehler; анализ индивидуальных фаз, их элементного и атомарного составов выполнен методом СЭМ с помощью растрового электронного микроскопа JSM 6490 LV в режиме вторичных электронов. РСМА проводили с использованием специальной приставки к сканирующему микроскопу – системы INCA Energy.

Поверхность сканировали при увеличении, позволяющем охватить всю поверхность шлифа, и при многократном увеличении ярко выраженных различных по цвету участков. Изображение, полученное в результате «бомбардировки» поверхности потоком электронов, позволило визуально идентифицировать частицы как соединения с разной молекулярной массой. Для поиска областей концентрации металлов использовали картирование просматриваемой области.

**Результаты исследования.** Клинкер характеризуется угловатой формой частиц с поверхностью, подвергнутой окислению, о чем свидетельствует рыжий и грязно-коричневый налет. Частицы представляют собой сростки кокса со шлаком, штейном и метал-

лическим железом. Макроскопически (рис. 1) куски клинкера отличаются между собой цветом, блеском, количеством пор. Выделяются куски охристого цвета, реже встречаются светло-серые. В большей массе куски имеют характерный для шлаковой массы тёмно-серый цвет. Куски отличаются по массе: легкие имеют многочисленные, неравномерно распределенные поры и пустоты. Поры обладают разными размерами – от десятых долей мм до 10 мм и имеют различную форму. Преобладают поры округлой и округло-овальной формы. Тяжелые куски – плотные с шероховатой поверхностью.

Рентгенофазовый анализ показал, что железосодержащие фазы в исследуемой пробе клинкера представлены оксидами и гидроксидами – магнетитом и лимонитом  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , массовые доли которых в пробе суммарно составляют около 8 %, сульфидами пирротин-пиритового ряда, массовые доли которых в пробе суммарно составляют около 11 %, а также силикатами – 14 %. На долю металлического железа приходится лишь 3 %.

Цинксодержащие фазы представлены ферритами цинка  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$ , силикатами цинка  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$ , суммарно на их долю в клинкере приходится 3 %, и железистыми сульфидами цинка  $\text{Zn}[\text{Fe}]S$  – 2 %.

Медьсодержащие фазы представлены сульфидами меди в форме халькозина  $\text{Cu}_2\text{S}$ , ковеллина  $\text{Cu}_2\text{S}$ , борнита  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ , халькопи-

рита  $\text{CuFeS}_2$  в количестве 5 %; ферритами меди  $\text{CuFeO}_2$  и металлической медью, на долю которых суммарно приходится немного больше 0,1 %.

Оптико-микроскопическое исследование аншлифов показало, что клинкер имеет достаточно четкую зональность вновь сформированных при его образовании фаз и невыраженную кристаллизацию. С позицийrudной минералогии текстура клинкера может быть охарактеризована как массивная, а структура – как порфировая неполнокристаллическая и неравномернозернистая (рис. 2).

На представленных изображениях при увеличении в 200 раз визуально выделяются четыре основные фазы клинкера. Отчетливо различимы зоны концентрации ферритов, нерудных минералов и зоны, состоящие из мелкокристаллической смеси четырех фаз (см. рис. 2), что четко видно при большем увеличении рис. 3. В этой зоне хорошо различимы фаза сульфида железа, которая, по данным электронно-микроскопических исследований, по атомарному соотношению элементов в своем составе близка к пирротину – пиритовому ряду минералов; темно-серая игольчатая фаза – сложный алюмосиликат калия, кальция и железа; светло-серая ксеноморфная фаза сложного состава по типу твердого раствора и фаза, представляющая собой смесь медных минералов ковеллин – борнитового состава.



фракция менее 10 мм



фракция более 10 мм

Рис. 1. Макрофотография клинкера / Fig. 1. Macrophotograph of clinker

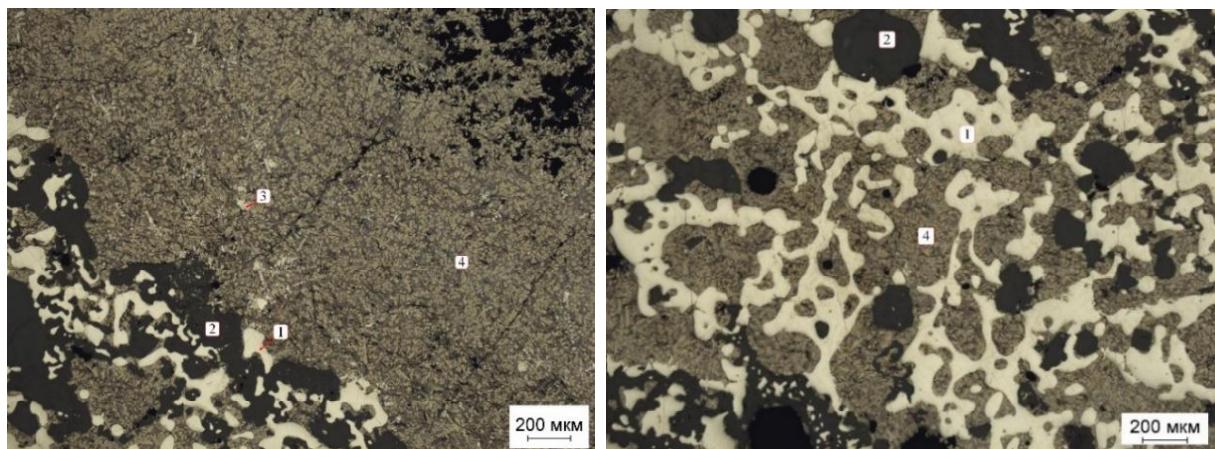


Рис. 2. Общий вид рудной части клинкера (Челябинск). Отраженный свет: 1 – ферриты; 2 – нерудные; 3 – пирит; 4 – смесь из 4-х различных фаз / Fig. 2. General view of the ore part of the clinker (Chelyabinsk). Reflected light. 1 – ferrites; 2 – non-metallic; 3 – pyrite; 4 – a mixture of 4 different phases

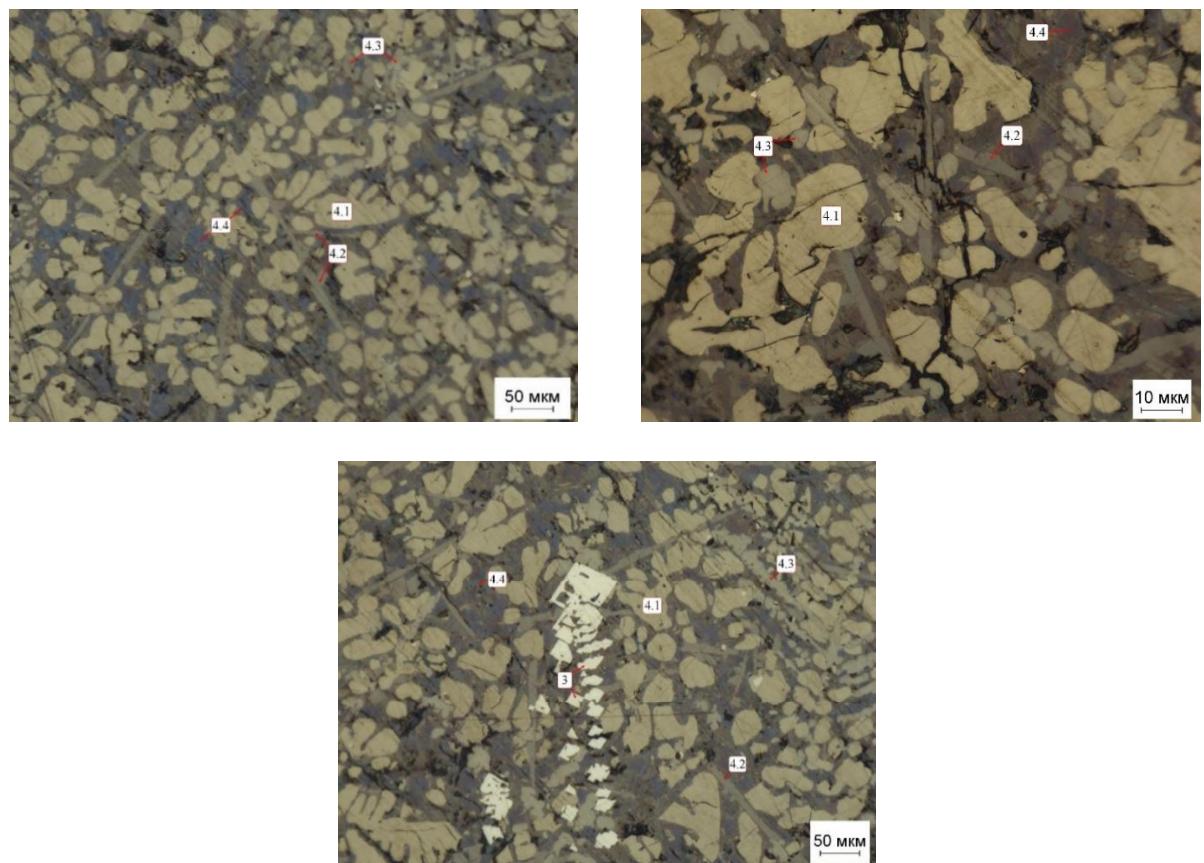


Рис.3. Увеличенная область рудной части клинкера зоны 4 (см. рис.2.) Отраженный свет: 4.1 – сульфид железа; 4.2 – темно-серая игольчатая фаза – сложный алюмосиликат калия, кальция и железа; 4.3 – светло-серая ксеноморфная фаза – шпинель; 4.4 – смесь медных минералов ковеллин-борнитового состава / Fig. 3. Enlarged area of the ore part of the clinker zone 4 (see Fig. 2.) Reflected light. 4.1 – iron sulfide; 4.2 – dark gray acicular phase - a complex aluminosilicate of potassium, calcium and iron; 4.3 – light gray xenomorphic phase – spinel; 4.4 – a mixture of copper minerals covellite-bornite composition

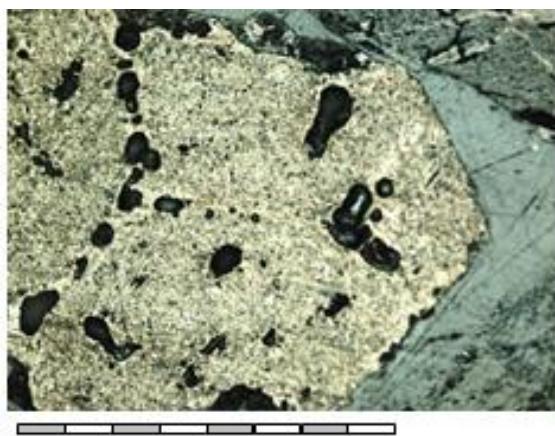
В отличие от характеристик клинкера, представленных в источниках [2; 3; 5; 7; 9; 12], изученная нами проба не содержит значительного количества металлического железа. Диагностируется металлическое железо с использованием оптического микроскопа по высокой отражательной способности, кремово-белому цвету, хорошей полировке, изотропности. С помощью электронного микроскопа – по ярко-белому цвету, элементному и атомарному составам фазы. Размеры наблюдаемых выделений металлического железа составляют 20...500 мкм. Зерна железа имеют в основном сферическую или близкую к сферической форму (корольки). Изредка встречаются зерна неправильной формы.

Широко распространены в пробе сульфиды железа (рис. 4). Анализ состава таких образований (табл. 3) показывает, что они могут относиться к пирротин-пиритовому ряду минералов (пирит  $\text{FeS}_2$ , троилит  $\text{FeS}$ , пирротин  $\text{Fe}_{1-z}\text{S}_8$ ) [21]. Пирротин и троилит следует отнести к классу халькогенидов 3d-металлов с химической формулой  $\text{M}_{1-z}\text{X}$ , где  $\text{M}$  – 3d-металл,  $\text{X} = (\text{S}, \text{Se})$  – халькогенид. Минерал пирротин ( $\text{Fe}_{1-z}\text{S}$ ) – это бедный железом ( $0,05 \leq z \leq 0,125$ ) сульфид железа. В случае точного и почти точного совпадения с формулой  $\text{FeS}$  минерал называют троилитом (величина недостатка железа  $0 \leq z \leq 0,05$ ). Минерал в отраженном свете имеет кремовый цвет, невысокую отражательную способность, он сильно анизотропен. Троилит является редким минералом, встречается в ультраосновных магматических породах и метеоритах. Однако в отходах пирометаллургической переработки рудных концентратов (шлаках и штейнах) троилит встречается часто [8; 18]. Известно, что пирит, разлагаясь под воздействием температуры, переходит в метастабильный пирротин и затем – в троилит, образуя различное сочетание фаз<sup>2</sup>. Температура плавления пирита равна 1177...1188 °C [24], а температура шихты в вельц – печи составляет 1100...1460 °C, в зависимости от зоны печи [17]. Это обосновывает возможность присутствия троилита в клинкере вельцевания. Размеры выделений достигают 200 мкм. В

исследуемой пробе содержание сульфидов железа составляет около 11 %.

Пирит диагностировался по желто-вато-белому цвету, плохой полировке, зональности (рис. 4b). Минерал представлен зернами идиоморфной, гипидиоморфной и ксеноморфной форм. Сульфиды железа находятся в тесных и сложных эвтектикоподобных прорастаниях.

a)



b)

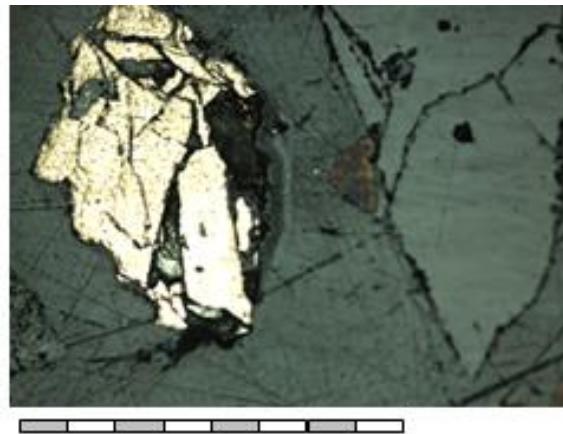


Рис. 4. Сульфиды железа: а) троилит; б) пирит /  
Fig. 4. Iron sulfides: a) troilite; b) pyrite

Магнетит по содержанию в клинкере уступает по распространенности сульфидам железа, но часто находится в срастаниях с ними. В пробе также присутствует лимонит, что объясняется окислением сульфидов железа в результате долговременного контакта

<sup>2</sup>Орехова Н. Н., Глаголева И. В. Микроскопическое изучение особенностей концентрации металлов в фазах вельц-клиникеров // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 79-й Междунар. науч.-техн. конф. – Магнитогорск: Магнитогор. гос. техн. ун-т им. Г. И. Носова, 2021. – С. 33.

клинкера с воздухом и осадками. Для пириита, лежащего на влажном воздухе, характерна реакция:  $\text{FeS}_2 + m\text{O}_2 + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (лимонит) [4].

Халькозин, ковеллин, халькопирит, борнит присутствуют в небольших количествах (1,0...1,5 %) в ассоциации между собой и с пиритом, троилитом, в сростках с мелилитом и как компоненты эвтектических срастаний

с сульфидами железа и арсенатами. Выделения сульфидов меди имеют размеры 10...100 мкм. Форма зерен неправильная, границы срастания извилистые.

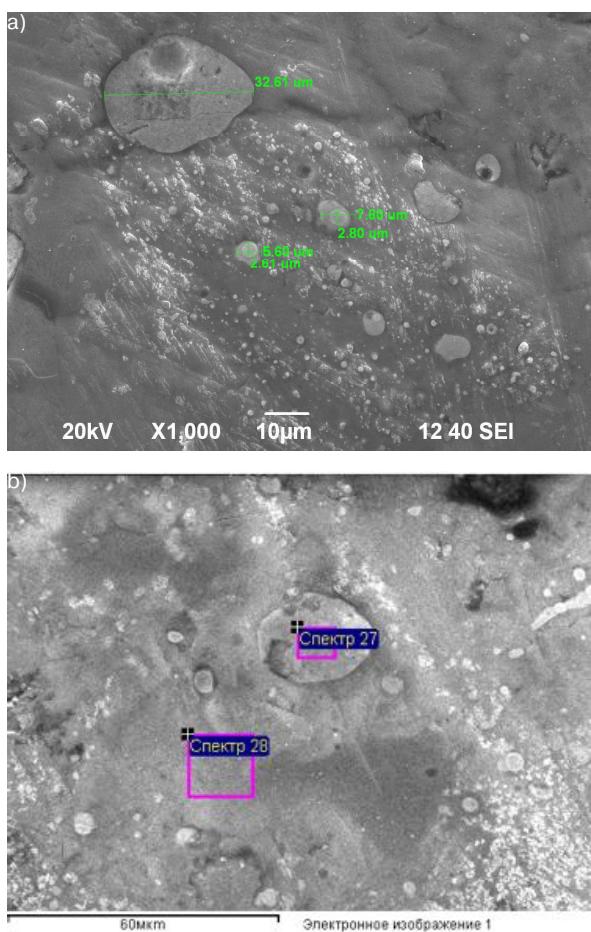
В табл. 3 представлен полученный сканирующей электронной микроскопией атомарный состав фаз и результат их идентификации.

Таблица 3 / Table 3

*Результат идентификации фаз клинкера по атомарному составу /  
The result of clinker phases identification by atomic composition*

Спектр / Range	Доля элемента в атомарном составе, % / The proportion of an element in the atomic composition															Идентифицированные фазы / Identified phases
	Fe	Cu	Zn	S	Ca	Ti	As	Na	Al	Si	Sb	Mn	O	P	Mg	
21	46,99	3,88	—	48,69	—	—	—	—	—	—	—	0,45	—	—	—	Троилит / Troilite
18	43,72	13,27	—	38,33	—	—	—	—	2,01	1,01	—	1,66	—	—	—	Пирротин / Pyrrhotite
7	36,85	13,81	1,46	43,63	1,29	—	—	—	—	—	—	2,95	—	—	—	Пирит / Pyrite
4	94,33	1,69	—	2,41	—	—	1,57	—	—	—	—	—	—	—	—	Металлическое железо / Metallic iron
3	16,53	—	—	0,43	—	—	2,25	—	—	0,46	—	—	80,33	—	—	Оксид железа / Iron oxide
20	42,91	12,24	—	41,59	—	—	1,69	—	—	—	—	1,57	—	—	—	Сульфид железа (троилит) / Iron sulfide (troilite)
12	76,58	3,51	—	3,92	—	—	1,56	—	—	—	—	—	14,43	—	—	Карбид железа / Iron carbide
11	2,87	2,17	—	13,54	9,41	—	—	—	—	0,48	—	0,63	70,89	—	25,01	Магниевая шпинель / Magnesium spinel
5	2,04	60,00	—	18,83	5,69	—	—	—	2,77	6,72	—	—	—	—	—	Халькозин / Khalkozin
9	36,03	21,03	—	38,11	2,27	—	—	—	—	—	—	2,56	—	1,01	—	Халькопирит / Chalcopyrite
24	0,24	—	0,25	0,34	8,69	0,14	—	0,42	5,00	12,78	—	—	72,14	—	8,75	Алюминиево-магниевый силикат сложного состава / Aluminum-magnesium silicate of complex composition
28 рис. 5	0,43	—	0,58	—	12,02	—	—	1,24	2,26	14,07	—	—	64,21	—	5,18	Окерманит / Okermanite
27 рис. 5	12,48	1,23	32,12	48,50	0,44	—	—	—	—	—	—	5,24	м	—	—	Сфалерит / Sphalerite
2	1,30	—	0,91	1,26	10,71	—	—	—	3,89	13,44	—	0,20	—	—	7,22	Мелилит / Melilite
7 рис. 7	54,56	11,50	—	13,31	—	—	16,38	—	—	—	2,31	м	—	1,94	—	Арсенопирит / Arsenopyrite
15	—	81,62	—	18,38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Халькозин / Khalkozin
26	0,35	0,24	—	0,58	12,95	—	—	0,53	4,83	13,22	—	—	—	—	5,85	Оксид кремния / Silicon oxide
13	31,00	19,84	—	40,92	4,48	—	—	—	—	—	—	3,76	—	—	—	Халькопирит / Chalcopyrite
14	19,59	10,99	0,66	21,10	—	—	—	—	—	—	—	1,53	—	—	—	Халькопирит / Chalcopyrite
41	9,91	2,76	25,46	40,94	—	—	—	—	—	—	—	5,09	—	—	—	Марматит / Marmatite
32	16,78	4,67	43,11	69,32	—	—	—	—	—	—	—	8,62	26,82	—	—	Эвтектика ферритов цветных металлов / Eutetics of ferrites of non-ferrous metals

Электронно-микроскопический анализ монтированных шлифов показал, что относительно богатые цинксодержащие фазы по составу представлены преимущественно железистым сфалеритом (марматитом) и ферритом цинка. Цинксодержащие сульфидные образования имеют округлую, каплевидную форму и часто ассоциированы со шпинелью. В составе клинкера обнаружены отдельные округлые частицы марматита с содержанием Zn 19,7...44,34 % (рис. 5). Вокруг частиц находится область, идентифицируемая по соотношению атомов как окерманит, с содержанием Zn – 1,61 % и большим содержанием Si – 16,88 и Ca – 20,59 %. Размеры образований сульфида цинка колеблются в пределах 2...40 мкм.



*Рис. 5. Микрофотографии цинксодержащих фаз клинкера: а) определение диаметра; б) определение состава: спектр 27 – сфалерит (Zn 44,34 %); спектр 28 – окерманит / Fig. 5. Micrographs of zinc-containing clinker phases: a) determination of the diameter; b) determination of the composition spectrum 27 sphalerite, Zn content – 44,34 %; spectrum 28*

Электронно-микроскопический анализ подтвердил, что распознанные при картировании поверхности шлифа богатые по меди фазы при сильном увеличении позволяют увидеть рассредоточенные в шпинелевой или меллилитовой матрице сульфиды меди размером менее 15 мкм (рис. 6).

В клинкере присутствуют мышьяковистые соединения в форме арсенопирита. Мышьяк распределен неравномерно, обнаруживается в отдельных фазах в виде арсенопирита, сростленного с сульфидом железа (рис. 7).

Коксик представляет собой скопления графитоподобного материала, его доля достигает 14 %. Выделения коксики имеют изометрично-округлую, иногда слегка удлиненную форму, размеры варьируются от 1 до 5...6 мм. Их большая часть не содержит посторонних включений, но в отдельных случаях в частицах коксики наблюдаются включения металлического железа.

С точки зрения возможности применения механических и физико-химических методов разделения для разных фаз клинкера следует отметить, что в микроструктуре клинкера медь, цинк и железо только частично распределены в разных фазах, между которыми есть четкие границы. Но именно эти фазы и являются наиболее богатыми по содержанию цветных металлов с массовыми долями более 10 %. Фазы по типу твердых растворов, эвтектики одновременно содержат медь и цинк, но имеют небольшие массовые доли цветных металлов, в среднем 1,5...3 %, максимально – до 10 %. Магнитное разделение изученной пробы не позволит эффективно и достаточно полно извлечь цинк в магнитную фракцию, поскольку богатые по цинку фазы клинкера ассоциированы с немагнитными шпинелями. По аналогичной причине в немагнитной фракции следует ожидать наличие меди. Железосодержащий магнитный продукт будет разубожен коксиком, в котором есть включения металлического железа. И, наоборот, в немагнитный углеродсодержащий продукт будет наблюдаться извлечение раскрытых в процессе измельчения немагнитных железосодержащих фаз. Наличие в клинкере немагнитных сульфидов железа с их высокой плотностью или удельным весом может сделать целесообразным применение гравитационных способов разделения.

Морфометрические параметры сульфидов меди обосновывают необходимость тонкого измельчения клинкера для селективного извлечения и, следовательно, флотационный способ разделения как один из основных в комбинированной технологической схеме переработки клинкера. Наличие в пробе гидроокисных соединений железа, таких как лимонит, а также присутствие металлического

железа и коксика, создающих гальванопару, приведет к переходу в жидкую часть пульпы значительного количества ионов железа, что будет способствовать снижению селекции за счет адсорбции гидроксокомплексов железа на поверхности частиц клинкера. Для селективного извлечения цинковых фаз или минералов необходим еще более тонкий помол, чем для извлечения медьсодержащих.

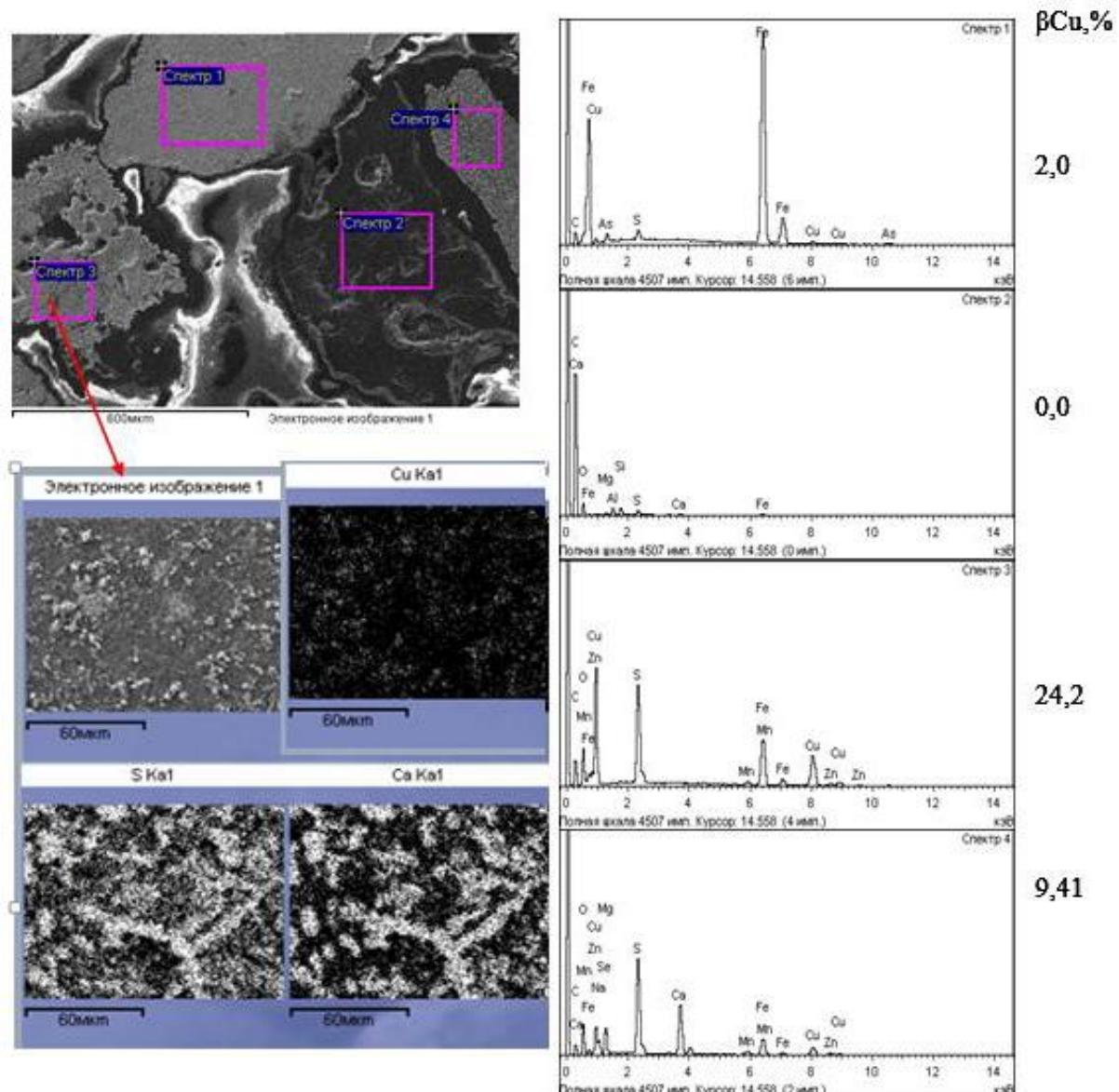


Рис. 6. Электронное изображение, спектрограммы и карта распределения элементов в клинкере /  
Fig. 6. Electronic image, spectrograms and a map of the elements distribution in clinker

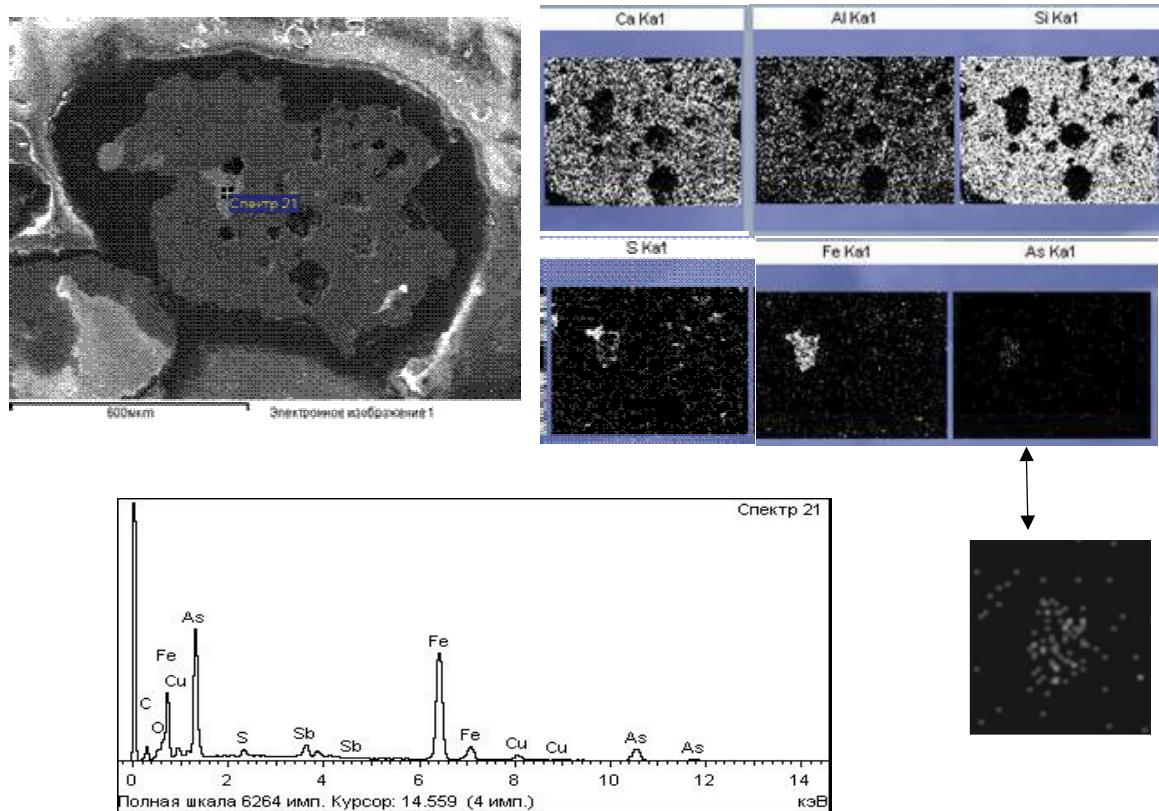


Рис. 7. Электронное изображение, спектrogramma и карта распределения элементов в сростке, содержащем арсенопирит / Fig. 7. Electronic image, spectrogram and map of the elements distribution in an aggregate containing arsenopyrite

**Заключение.** В результате изучения фазового и минералогического составов клинкера установлено, что часть железосодержащих фаз, атомарный состав которых близок к составу минералов пирит-пирротинового типа, представлена троилитом. Обоснована возможность образования троилита в вельц-процессе.

Присутствие в клинкере, согласно фазовому анализу, около 11 % сульфидов железа обуславливает необходимость использования в схемах обогащения клинкера, помимо магнитной сепарации, операций гравитационного разделения.

Преобладающая форма существования богатых по цинку фаз в виде сферических образований размером менее 20 мкм, ассоциированных с окерманитом, свидетельствует о возможности перехода цинка в немагнитную фракцию при применении магнитного разделения исходного клинкера, необходимости сверхтонкого помола клинкера и использования флотации для селективного его выделения в одноименный концентрат.

При разработке технологии разделения клинкера следует обратить внимание на распределение мышьяка в виде арсенопирита, сороженного с сульфидом железа между продуктами.

Селективное выделение коксика в углеродсодержащий концентрат магнитной сепарацией или флотацией будет осложняться присутствием включений металлического железа в некоторых частицах коксика.

Таким образом, результаты комплексного изучения структурно – фазовых особенностей клинкера вельцевания цинковых кеков, как одного из основных побочных продуктов цинкового производства, при этом ресурсно ценного и наиболее крупнотоннажного, показали, что поликомпонентный, многофазовый состав клинкера, его неоднородное строение и сложный текстурно-структурный рисунок, указывают на необходимость включения в план исследований на обогащимость гравитационного разделения с целью более полного выделения железа в концентрат и флотацию тонкоизмельченного клинкера с целью повы-

шения селективного излечения цинксодержащих фаз.

К наиболее характерным особенностям вещественного состава и технологических свойств техногенного металлсодержащего сырья отнесены: наличие значительного количества сульфидов железа пирит-пирротинового ряда; низкое содержание ценных компонентов (металлов), поликомпонентный и полиминеральный (многофазовый) состав; наличие комплексных полиминеральных

структур, для раскрытия которых требуется очень тонкое измельчение; сложные структурно-фазовые характеристики, которые обусловлены совместным присутствием агрегатов металлсодержащих фаз и техногенных минералов разных размеров и форм; тонкое, тесное прорастание металлсодержащих фаз и техногенных минералов между собой и с фаялитово-мелилитовой матрицей, фазовые преобразования поверхности зерен клинкера.

### Список литературы

1. Абдурахмонов С., Тошкодирова Р. Э. Исследования по переработке клинкера-отхода цинкового производства // Вестник науки и образования. 2020. № 10-1. С. 18–21.
2. Аллабергенов Р. Д., Ахмедов Р. К., Михайлов С. В. Клинкер цинкового производства – новое промышленное полиметаллическое минеральное сырье цветной металлургии и пути его комплексной переработки // Узбекский химический журнал АН РУз. 2012. № 3. С. 43–49.
3. Аллабергенов Р. Д., Ахмедов Р. К., Ходжаев О. Ф. Комплексная переработка отходов цветной металлургии. Ташкент: Университет, 2013. 50 с.
4. Байбатша А. Б. Общая геология (динамика Земли). Алматы: КазНТУ, 2015. 483 с.
5. Брянцева О. С., Дюбанов В. Г., Паньшин А. М., Козлов П. А. Воспроизводство сырьевой базы цинка на основе рециклинга техногенного сырья // Экономика региона. 2013. № 2. С. 63–70.
6. Евдокимов С.И., Паньшин А.М. Выбор технологии обогащения клинкера от вельцевания цинковых кеков // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. 2009. №2. С. 19–25.
7. Ерохин Ю. В. Минералогия шлаков Режевского никелевого завода // Минералогия техногенеза. 2012. №. 13. С. 50–64.
8. Журавлев Е. А., Черный К. Н. Обнаружение на космических снимках и тушение очагов горения в отвалах цветной металлургии на примере отходов Беловского цинкового завода // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 9. С. 235–243.
9. Заалишвили В. Б., Сатцаев А. М., Болатова М. А., Еналдитев А. Ф. Ресурсосберегающие технологии переработки хвостов обогащения и металлургии // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2004. №. 2. С. 318–320.
10. Колесников А. С., Гонтаренко К. И., Овчинникова В. Н. Влияние отвала клинкера вельцевания цинковой руды на экологию п. Ачисай и региона в целом // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве: сборник докладов II Всерос. с междунар. участием науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2013) (г. Екатеринбург, 28–29 марта 2013 г.). Екатеринбург: УрФУ, 2013. С. 64–69.
11. Кривоносов Ю.С., Видуецкий М. Г., Габдулхаев Р. Л., Клягин В. В., Мамонов С. В., Паньшин А. М. Технология обогащения клинкера в ОАО «Электроцинк» // Горный журнал. 2007. № 12. С. 84–85.
12. Курбанкулов Х. А. Совершенствование процесса вельцевания цинковых кеков. Томск, 2016. URL: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/29500> (дата обращения: 23.03.2022). Текст: электронный.
13. Онуфrienok B. B. Сравнительный анализ распределения примесных атомов в структуре пирротина золотосодержащих руд // Современные научноемкие технологии. 2013. №. 3. С. 51–57.
14. Патент Болгария № 60786. Способ переработки металлургического клинкера: заявл. 1996 / Митров К. Л.
15. Патент РФ 1836461. Способ переработки цинкового клинкера вельц-печей: заявл. 1992: опубл. Бюл. № 31 / Андреев Ю. В., Грейвер Т. Н., Зайцева И. Г., Рыбаков В. В., Сандлер В. Р., Тихонов О. Н.
16. Пермяков П. Г., Ахметов М. Х., Мурышкин А. К. Комплексное использование клинкера – отходов цинкового производства. Новокузнецк: Сиб. горнометаллург. академия, 1995. С. 7.
17. Плешкова А. В., Воронов Г. В. Исследование тепловой работы вельц-печи // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве (ТИМ'2018). 2018. №. 7. С. 259–264.
18. Романов И. Р., Купеева Р. Д. Об одном способе оперативного определения сортности руды // Цветная металлургия. 1992. № 7–8. С. 43.
19. Созонова Е. В., Быков Р. А., Иванов Г. И., Шведунов М. А. Пути разработки технологии обогащения клинкера от вельцевания цинковых кеков // Научные исследования в горно-металлургическом производстве: сб. науч. трудов. Усть-Каменогорск: Медиа Альянс, 2012. С. 41–49.

20. Федоров С. А., Амдур А.М., Шваб Е. А., Царенко Е. В. Формы нахождения платины в Cu-Ni-Fe штейне // Уральская горная школа – регионам: материалы междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург: Урал. гос. горн. университет, 2019. С. 265–266.
21. Юсупходжаев А. А. Научно-технические основы технологий переработки техногенных отходов // Современные научно-технические технологии. 2013. № 5. С. 166–122.
22. Antrekowitsch J., Rösler G. and Steinacker C. State of the Art in Steel Mill Dust Recycling // Chemie Ingenieur Technik. 2015. Vol. 87 (11). P. 1498–1503.
23. Hui W. Study of Recovery of Value Metals from Waelz Clinker by Physical Separation // Rare Metals & Cemented Carbides. 2007. Vol. 1. P. 31–35.
24. Lychagin D. V., Bibko A. A., Zyryanova L. A. Features of plastic deformations of quartz-pyrite mineral associations of the Gabriel mine // AIP Conference Proceedings. AIP Publishing LLC, 2019. Vol. 2167, no. 1. P. 020202.

---

**References**

---

1. Abdurakhmonov S., Toshkodirova R. E. *Vestnik nauki i obrazovaniya* (Bulletin of Science and Education), 2020, no. 10–1, pp. 18–21.
2. Allabergenov R. D., Akhmedov R. K., Mikhaylov S. V. *Uzbekskiy khimicheskiy zhurnal AN RUz* (Uzbek Chemical Journal of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan), 2012, no. 3, pp. 43–49.
3. Allabergenov R. D., Akhmedov R. K., Khodzhayev O. F. *Kompleksnaya pererabotka otkhodov tsvetnoy metallurgii* (Complex processing of non-ferrous metallurgy waste). Tashkent: University, 2013, 50 p.
4. Baybatsha A. B. *Obshchaya geologiya (dinamika Zemli)* (General Geology (Earth Dynamics)). Almaty: KazNTU, 2015, 483 p.
5. Bryantseva O. S., Dubanov V. G., Panshin A. M., Kozlov P. A. *Ekonomika regiona* (The economy of the region), 2013, no. 2, pp. 63–70.
6. Yevdokimov S. I., Panshin A. M. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedeniy. Tsvetnaya metallurgiya* (News of Higher Educational Institutions. Non-ferrous metallurgy), 2009, no. 2, pp. 19–25.
7. Yerokhin Yu. V. *Mineralogiya tehnogeneza* (Mineralogy of technogenesis), 2012, no. 13, pp. 50–64.
8. Zhuravlev Ye. A., Cherny K. N. *Gorny informatsionno-analiticheskiy byulleten* (Mining Information and Analytical Bulletin), 2016, no. 9, pp. 235–243.
9. Zaalistvili V. B., Sattsayev A. M., Bolatova M. A., Yenalditev A. F. *Gorny informatsionno-analiticheskiy byulleten* (Mining Information and Analytical Bulletin), 2004, no. 2, pp. 318–320.
10. Kolesnikov A. S., Gontarenko K. I., Ovchinnikova V. N. *Teplofizika i informatika v obrazovanii, nauke i proizvodstve: sbornik dokladov II Vseros. s mezhdunar. uchastiyem nauch.-prakt. konf. studentov, aspirantov i molodyh uchonykh (TIM'2013)* (g. Yekaterinburg, 28–29 марта 2013 г.) (Heat engineering and informatics in education, science and production: collection of reports II All-Russian with international participation of scientific-practical. conf. of students, postgraduates and young scientists (TIM'2013) (Yekaterinburg, March 28–29, 2013)). Yekaterinburg: UrFU, 2013, pp. 64–69.
11. Krivonosov Yu.S., Viduyetsky M. G., Gabdulkhayev R. L., Klyagin V. V., Mamonov S. V., Panshin A. M. *Gornyy zhurnal* (Mining Journal), 2007, no. 12, pp. 84–85.
12. Kurbankulov Kh. A. *Sovershenstvovaniye protsessa veltsevaniya tsinkovyh kekov. Tomsk, 2016* (Improving the process of waelzization of zinc cakes. Tomsk, 2016). Available at: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/29500> (Date of access: 03/23/2022). Text: electronic.
13. Onufriyenok V. V. *Sovremennye naukoyemkiye tehnologii* (Modern high technologies), 2013, no. 3, pp. 51–57.
14. Patent Bolgariya № 60786. Sposob pererabotki metallurgicheskogo klinkera: zayavl. 1996 / Mitov K. L. (Patent Bulgaria No. 60786. Method for processing metallurgical clinker: Appl. 1996 / Mitov K.L.).
15. Patent RF 1836461. Sposob pererabotki tsinkovogo klinkera velts-pechey: zayavl. 1992: opubl. Byul. № 31 / Andreyev Yu. V., Greyver T. N., Zaytseva I. G., Rybakov V. V., Sandler V. R., Tikhonov O. N. (RF patent 1836461. Method for processing zinc clinker in Waelz furnaces: Appl. 1992: publ. Bull. No. 31 / Andreeev Yu. V., Graver T. N., Zaytseva I. G., Rybakov V. V., Sandler V. R., Tikhonov O. N.).
16. Permyakov P. G., Akhmetov M. KH., Muryshkin A. K. *Kompleksnoye ispolzovaniye klinkera – othodov tsinkovogo proizvodstva* (Integrated use of clinker - zinc production waste). Novokuznetsk: Sib. mining and metallurgist. Academy, 1995, p. 7.
17. Pleshkova A. V., Voronov G. V. *Teplofizika i informatika v obrazovanii, nauke i proizvodstve (TIM'2018)* (Heat engineering and informatics in education, science and production (TIM'2018)), 2018, no. 7, pp. 259–264.
18. Romanov I. R., Kupeyeva R. D. *Tsvetnaya metallurgiya* (Non-ferrous metallurgy), 1992, no. 7–8, pp. 43.
19. Sozonova Ye. V., Bykov R. A., Ivanov G. I., Shvedunov M. A. *Nauchnye issledovaniya v gorno-metallurgicheskem proizvodstve: sb. nauch. trudov* (Scientific research in mining and metallurgical production: Sat. scientific works). Ust-Kamenogorsk: Media Alliance, 2012, pp. 41–49.

20. Fedorov S. A., Amdur A. M., Shvab Ye. A., Tsarenko Ye. V. *Uralskaya gornaya shkola – regionam: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* (Ural Mining School to the Regions: Proceedings of the Intern.scientific-practical conf.). Yekaterinburg: Ural State Mining University, 2019, pp. 265–266.
21. Yusupkhodzhayev A. A. *Sovremennye naukoyemkiye tehnologii* (Modern science-intensive technologies), 2013, no. 5, pp. 166–122.
22. Antrekowitsch J., Rösler G. and Steinacker C. *Chemie Ingenieur Technik* (Chemie Ingenieur Technik), 2015, vol. 87 (11). p. 1498–1503.
23. Hui W. *Rare Metals & Cemented Carbide* (Rare Metals & Cemented Carbides), 2007, vol. 1. p. 31–35.
24. Lychagin D. V., Bibko A. A., Zyryanova L. A. *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing LLC (AIP Conference Proceedings. AIP Publishing LLC), 2019, vol. 2167, no. 1. P. 020202.

**Благодарности**

---

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках выполнения гранта на проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований в 2022–2023 гг., соглашение номер 22-27-00526 и при участии НИИ Наносталей

**Информация об авторе**

---

*Орехова Наталья Николаевна*, д-р техн. наук, профессор кафедры геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Россия. Сфера научных интересов: закономерности обогащения природного и техногенного минерального сырья, извлечение металлов из техногенных вод  
n\_oreho@mail.ru

*Глаголова Ирина Викторовна*, старший преподаватель кафедры прикладной математики и информатики, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Россия. Сфера научных интересов: переработка и обогащение техногенных отходов  
iva\_290983@mail.ru

*Ефимова Юлия Юрьевна*, канд. техн. наук, доцент кафедры машиностроительных и metallургических технологий, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Россия. Сфера научных интересов: методы и приборы для изучения, анализа и диагностики наноматериалов, исследования свойств машиностроительных материалов, современные методы анализа структуры и свойств металлов и сплавов  
jefimova78@mail.ru

*Горлова Ольга Евгеньевна*, д-р техн. наук, профессор кафедры геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Россия. Сфера научных интересов: развитие научно-методологических подходов к комплексной и глубокой переработке техногенного сырья  
gorlova\_o\_e@mail.ru

**Information about the author**

---

*Natalia Orekhova*, doctor of technical sciences, professor, Geology department, Surveying and Mineral Processing, Magnitogorsk State Technical University named after G. I. Nosov, Magnitogorsk, Russia. Research interests: regularities of enrichment of natural and man-made mineral raw materials, extraction of metals from man-made waters

*Irina Glagoleva*, senior lecturer, Applied Mathematics and Computer Science department, Magnitogorsk State Technical University named after G. I. Nosov, Magnitogorsk, Russia. Research interests: processing and enrichment of technogenic waste

*Yulia Efimova*, candidate of technical sciences, associate professor, Mechanical Engineering and Metallurgical Technologies department, Magnitogorsk State Technical University named after G. I. Nosov, Magnitogorsk, Russia. Research interests: methods and devices for studying, analyzing and diagnosing nanomaterials, studying the properties of engineering materials, modern methods for analyzing the structure and properties of metals and alloys

*Olga Gorlova*, doctor of technical sciences, professor, Geology, Surveying and Mineral Processing department, Magnitogorsk State Technical University named after G. I. Nosov, Magnitogorsk, Russia. Research interests: development of scientific and methodological approaches to complex and deep processing of technogenic raw materials

**Для цитирования**

---

Орехова Н. Н., Глаголева И. В., Ефимова Ю. Ю., Горлова О. Е. Минералогические и текстурно-структурные особенности лежалого вельц-клинкера // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 4. С. 35–49. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-35-49.

Orekhova N., Glagoleva I., Efimova Yu., Gorlova O. Study of mineralogical and textural-structural features of old weltz-clinker // Transbaikal State University Journal, 2022, vol. 28, no. 4, pp. 35–49. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-35-49.

Статья поступила в редакцию: 07.04.2022 г.

Статья принята к публикации: 18.04.2022 г.

УДК 551.510.42  
DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-50-55

## МЕТОД ДИНАМИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ И ОПТИМАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ПРОНИКНОВЕНИЯ МОРСКОГО СОЛЕВОГО АЭРОЗОЛЯ В БЕРЕГОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗОНЫ

### METHOD OF DYNAMIC MEASUREMENTS AND OPTIMAL ASSESSMENT OF THE PENETRATION DEGREE OF MARINE SALT AEROSOL INTO COASTAL PRODUCTION ZONES



**Х. С. Халилова**, Национальная Академия Авиации, г.Баку  
x.xalilova@mail.ru

**Kh. Khalilova**, National Academy of Aviation, Baku

**Т**очная оценка эмиссии загрязнителей, поступающих с водной поверхности, является чрезвычайно актуальной в исследованиях массообмена между морем и атмосферой. *Объектом исследования является коррозионный морской солевой аэрозоль, формируемый под воздействием ветра, в результате диссипации энергии волн при ударе о берег. Предметом исследования является степень распространения морского солевого аэрозоля под воздействием ветра в береговые жилые и промышленные зоны. Цель исследования – определить характер изменения скорости ветра во времени, при котором суммарный измерительный сигнал на выходе мобильного измерителя достиг бы экстремума, т. е. был бы достигнут наиболее достоверный результат измерений. Задача исследования: при сопоставлении растущей и убывающей скоростей ветра определить такую зависимость скорости ветра от текущего времени измерений, при которой результат измерений достиг бы экстремума. Общая задача оценки количества осевшего в береговой зоне коррозионного морского аэрозоля в данном случае сводится к оценке количества текущего неосевшего аэрозоля в воздухе. Предлагаемый метод исследования: для определения степени проникновения морского солевого аэрозоля в жилые и промышленные кварталы предлагается метод динамических измерений, осуществляемый с помощью мобильной лаборатории, оснащенной соответствующей измерительной аппаратурой. Измеритель в точке  $x_i$  определяет аэрозоль, сгенерированный ветром в момент  $t_i$ . Для оптимального решения задачи используется метод двойного усреднения. Результаты исследования: предложен метод мобильных измерений для определения степени проникновения морского солевого аэрозоля в береговую производственную зону. Решена задача определения характера временного изменения скорости ветра в береговой зоне при известной зависимости количества осевшего морского аэрозоля от расстояния между точкой измерения и морем при условии постоянной скорости передвижения мобильного измерителя*

**Ключевые слова:** морской аэрозоль, береговая зона, оптимизация, коррозия, измерения, скорость ветра, геометрическое усреднение, функционал, коррозийность, оседание аэрозоля

**A**n accurate assessment of the emission of pollutants coming from the water surface is extremely relevant in studies of mass transfer between the sea and the atmosphere. *The object of the study* is a corrosive marine salt aerosol formed under the influence of wind, as a result of the dissipation of wave energy when hitting the shore. *The subject of the study* is the extent of the spread of sea salt aerosol under the influence of wind in coastal residential and industrial zones. *The purpose of the study* is to determine the nature of the change in wind speed over time, at which the total measuring signal at the output of the mobile meter would reach an extreme, i.e. the most reliable measurement result would be achieved. *The aim of the study*, when comparing the increasing and decreasing wind speeds, to determine such a dependence of wind speed on the current measurement time at which the measurement result would reach an extremum. The general task of estimating the amount of corrosive

sea aerosol deposited in the coastal zone in this case is to estimate the amount of the current unsettled aerosol in the air. *The proposed research method* is to determine the penetration degree of sea salt aerosol into residential and industrial quarters, a dynamic measurement method is proposed, carried out using a mobile laboratory equipped with appropriate measuring equipment. The meter at point  $x_i$  measures the aerosol generated by the wind at moment  $t_i$ . For the optimal solution of the problem, the double averaging method is used. As a result a mobile measurement method is proposed to determine the degree of penetration of marine salt aerosol into the coastal production zone. The problem of determining the nature of the temporary change in wind speed in the coastal zone is solved with a known dependence of the amount of settled sea aerosol on the distance between the measuring point and the sea under the condition of a constant speed of movement of the mobile meter

**Key words:** *marine aerosol, coastal zone, optimization, corrosion, measurements, wind speed, geometric averaging, functional, corrosion, aerosol settling*

**Введение.** Одним из актуальных вопросов в исследовании массообмена между морем и атмосферой, в частности для оценки эмиссии загрязнителей, поступающих с водной поверхности, является точная оценка потока аэрозоля, возникающего в береговых водах. Согласно [11], поток аэрозоля в береговых зонах намного больше, чем в открытых морских пространствах, что, в частности, объясняется диссинацией волновой энергии в береговых зонах при ударе волн о берег. Как отмечается в работе [12], процесс диссиации волновой энергии в береговых зонах существенно зависит от показателей движения волн, а также батиметрических особенностей рельефа береговой зоны моря. Согласно работе [3], поток аэрозоля, генерируемого в береговых зонах, пропорционален третьей степени скорости ветра, в то время как скорость оседания линейно зависит от скорости ветра.

**Актуальность исследования.** Изучение процессов возникновения и распространения морского аэрозоля имеет важное практическое значение, заключающееся в том, что углеродистая сталь, широко используемая в различных промышленных и строительных конструкциях, находящихся в береговых зонах, под воздействием морского солевого аэрозоля подвергается коррозии. Коррозийность морского аэрозоля объясняется наличием в составе потока морского аэрозоля хлоридного и сернистого аэрозоля [4–9; 13; 14]. Известно, что хлоридный аэрозоль является основным агрессивным агентом процесса атмосферной коррозии железобетонных конструкций, а также углеродистых и гальванизированных стальных конструкций [3].

Объектом исследования является морской солевой аэрозоль, обладающий свойством коррозионности, формируемый под

воздействием ветра в результате диссиации энергии волн.

**Предметом исследований** является определение степени распространения морского солевого аэрозоля под воздействием ветра в береговые жилые и промышленные зоны. На степень оседания хлористого солевого аэрозоля в прибрежных урбанизированных зонах влияют как метеорологические, так и геометрические факторы расположения места проводимых измерений.

**Цель исследования:** определить характер изменения скорости ветра во времени, при котором суммарный измерительный сигнал на выходе мобильного измерителя достиг бы экстремума, т. е. был бы достигнут наиболее достоверный результат измерений.

**Задача исследования** заключается в следующем: при сопоставлении растущей и убывающей скоростей ветра определить такую зависимость скорости ветра от текущего времени измерений, при которой результат измерений достиг бы экстремума.

Общая задача оценки количества осевшего в береговой зоне коррозионного морского аэрозоля в данном случае сводится к оценке количества текущего неосевшего аэрозоля в воздухе, т. к. оценка количества уже осевших на поверхность аэрозольных частиц в условиях мобильного проведения эксперимента не представляется возможной.

**Разработанность темы.** Основными метеорологическими факторами, влияющими на количество осевшего солевого аэрозоля, являются скорость ветра, относительная влажность, температура воздуха. Геометрическими факторами являются расстояние от береговой линии до места проведения измерений и эффект экранирования, вызванный

наличием зданий и сооружений на указанной дистанции. Так, например, согласно работе [12], существует логарифмическая зависимость между скоростью ветра и концентрацией аэрозоля:

$$\log_{10} N = \alpha \cdot U + \beta, \quad (1)$$

где  $U$  – скорость ветра;

$N$  – концентрация аэрозоля;

$\alpha$  – коэффициент корреляции;

$\beta$  – показатель, характеризующий концентрацию аэрозоля при нулевой скорости ветра.

Наиболее полная характеристика зависимости количества сгенерированного морского солевого аэрозоля от метеофакторов дана в работе [3]. Согласно [3], существует следующая многофакторная регрессионная зависимость между степенью оседания хлористого солевого аэрозоля ( $A$ ) и метеофакторами:

$$A = a + bRH + cT + dU, \quad (2)$$

где  $a, b, c, d = \text{const}$  для исследуемой точки на береговой территории;

$RH$  – относительная влажность;

$T$  – температура воздуха.

Согласно [3], зависимость количества оседавшего солевого морского аэрозоля от дистанции до места проведения измерений имеет экспоненциальный характер

$$A_1 = c_1 \cdot e^{-c_2 x}, \quad (3)$$

где  $c_1, c_2 = \text{const}$ ;

$x$  – расстояние до места проведения измерений в урбанизированной зоне.

Соответствующие экспериментальные кривые результатов измерений на западном и восточном побережье Кубы приведены на рис. 1а, б [3].

В работе [3] приводится экспоненциальная зависимость количества осевшего аэрозоля от скорости ветра в виде

$$A_2 = c_3 \cdot e^{c_4 U}, \quad (4)$$

где  $c_3, c_4 = \text{const}$ . При этом подразумевается, что ветер дует от моря к берегу.

**Предлагаемый метод.** Для определения степени проникновения морского солевого аэрозоля в жилые и промышленные кварталы предлагается метод динамических измерений, осуществляемый с помощью мобильной лаборатории, оснащенной соответствующей измерительной аппаратурой.

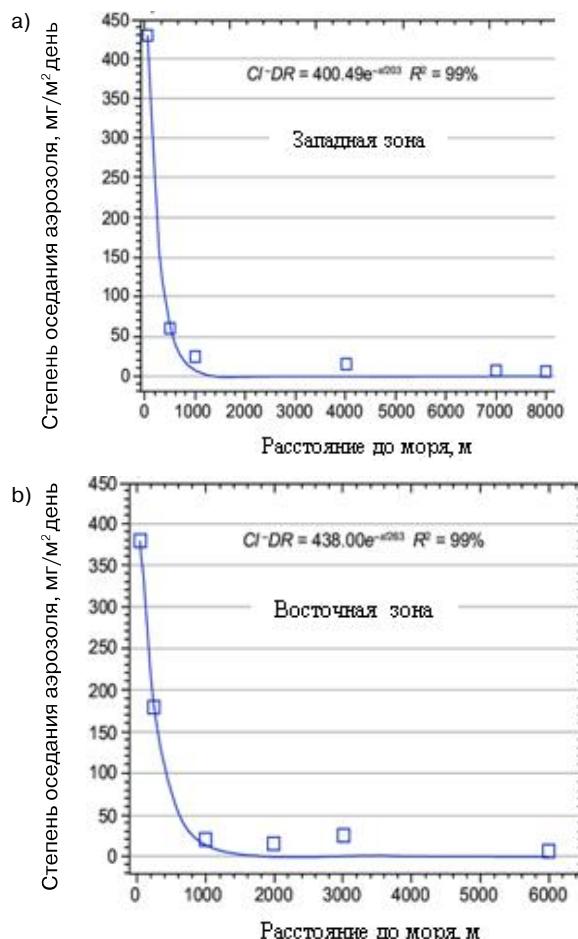


Рис. 1 а, б Графики зависимости количества осевшего морского аэрозоля от расстояния до берега: (а) в западной зоне; (б) – в восточной зоне [3] / Fig. 1. Graphics of dependence of quantity of precipitated marine aerosol on distance to coast line: (a) in western zone; (b) in eastern zone

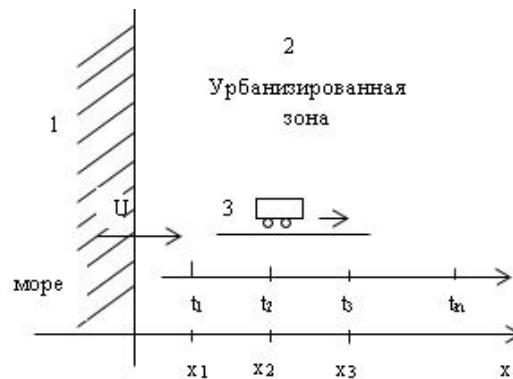


Рис. 2. Схема реализации динамического метода измерения степени проникновения морского солевого аэрозоля в воздух береговых территорий:

1 – море; 2 – береговая зона; 3 – мобильный измеритель аэрозоля;  $t_i$  – моменты измерения вдоль оси  $x$  от моря / Fig. 2. Chart diagram of dynamic method for measurements of level of marine salt aerosol intrusion into air of coastal territories. Used numbers mean: 1 – sea; 2 – coastal zone; mobile aerosol measuring device;  $t_i$  – moments of measurements along axis  $x$

Измерения проводятся на равнотстоящих дискретных временных и пространственных точках с помощью мобильной лаборатории, передвигающейся с постоянной скоростью, равной отношению пространственной дискреты к временной дискрете. Считаем, что за временной промежуток  $\Delta t = t_i - t_{i-1}$  ( $\Delta t = \text{const}$ ) аэрозоль, сгенерированный ветром, в момент  $t_{i-1}$  успевает оседать в береговой зоне и по прибытии мобильного измерителя в точку  $x_i$  в воздухе присутствует аэрозоль, сгенерированный ветром, имеющим скорость  $U(t_i)$ . При этом, имеется в виду, что скорость передвижения измерителя достаточно низкая, что обеспечивает оседание аэрозолей за период  $\Delta t$ , а скорость ветра достаточно высокая, чтобы успеть привнести сгенерированный аэрозоль в точку измерений. Таким образом, измеритель в точке  $x_i$  измеряет аэрозоль, сгенерированный ветром в момент  $t_i$ .

Для решения изложенной задачи воспользуемся методом двойного усреднения, предложенного в [13]. Согласно этому методу, данная задача может быть решена в следующей последовательности:

1) вычисление геометрического среднего  $A_1$  и  $A_2$ ;

2) введение функции связи, а также определенного интегрального ограничительного условия на эту функцию

$$U = f(x), \quad (5)$$

определяющую в данном случае связь между скоростью ветра и координатами точек измерений в дискретные моменты времени;

3) вычисление определенного интеграла произведения  $A_1 \cdot A_2$  в пределах  $(0-x_{\max})$ ;

4) составление и решение задачи Лагранжа для определения оптимальной функции  $U = f(x)_{opt}$ , при которой общее измеренное количество осевшего на указанной дистанции морского солевого аэрозоля достигает экстремальной величины.

Вычисление геометрического среднего  $A_1$  и  $A_2$  с учетом (3) и (4) осуществим как

$$A_{cp_1} = (c_1 \cdot e^{c_2 x})^{\gamma_1} \cdot (c_3 \cdot e^{c_4 U})^{\gamma_2}, \quad (6)$$

где  $\gamma_1 + \gamma_2 = 1$ .

Введем функцию связи (5), а также ограничительное условие

$$\int_0^{x_{\max}} f(x) dx = C_0; \quad C_0 = \text{const}, \quad (7)$$

где  $x_{\max}$  – максимальное значение  $x$ .

Осуществим усреднение  $A_{cp}$

$$A_{cp_2} = \frac{1}{x_{\max}} \int_0^{x_{\max}} c_1^{\gamma_1} \cdot c_3^{\gamma_2} \cdot e^{-(\gamma_1 c_2 x - \gamma_2 c_4 f(x))} dx. \quad (8)$$

С учетом (7) и (8) составим задачу Лагранжа

$$A_{cp_2} = \frac{1}{x_{\max}} \int_0^{x_{\max}} c_1^{\gamma_1} \cdot c_3^{\gamma_2} \cdot e^{-(\gamma_1 c_2 x - \gamma_2 c_4 f(x))} dx + \\ + \lambda \left[ \int_0^{x_{\max}} f(x) dx - C_0 \right]. \quad (9)$$

Введем следующие обозначения:

$$K_1 = \frac{c_1^{\gamma_1} \cdot c_3^{\gamma_2}}{x_{\max}}; \\ K_2 = \gamma_1 c_2; \\ K_3 = \gamma_2 c_4. \quad (10)$$

С учетом (10) выражение (9) запишем как

$$A_{cp_2} = \int_0^{x_{\max}} K_1 \cdot e^{-(K_2 x - K_3 f(x))} - \\ - \lambda \left[ \int_0^{x_{\max}} f(x) dx - C_0 \right]. \quad (11)$$

Оптимальная функция  $f(x)_{opt}$ , согласно [14], должна удовлетворить условию

$$\frac{d \{ K_1 \cdot e^{-(K_2 x - K_3 f(x))} - \lambda f(x) \}}{df(x)} = 0. \quad (12)$$

Из (12) получим

$$K_1 \cdot e^{-(K_2 x + K_3 f(x)_{opt})} \cdot K_3 - \lambda = 0. \quad (13)$$

Из (13) получим

$$f(x)_{opt} = \frac{\ln(\frac{K_1 K_3}{\lambda}) - \frac{K_2 x}{K_3}}{K_2}. \quad (14)$$

Таким образом, при решении (14) целевой функционал (11) достигает экстремума. При этом, вторая производная интегранта в (11) является положительной величиной, что указывает на то, что этот экстремум является минимумом.

Определим значение множителя Лагранжа. Из выражения (14) находим

$$\lambda = K_1 K_3 \cdot \left[ \exp \left[ -\left( \frac{K_2 x_m}{2} + \frac{c_0 K_2}{x_m} \right) \right] \right]. \quad (15)$$

С учетом (14) и (15) получим

$$f(x)_{opt} = \frac{\kappa_2 x_m}{2 \kappa_3} + \frac{c_0}{x_m} - \frac{\kappa_2}{\kappa_3} x. \quad (16)$$

Физический смысл (16) означает, что при проведении многоточечных динамических измерений, передвигаясь от моря вглубь урбанизированной территории с равными геометрическими и временными шагами  $\Delta x$  и  $\Delta t$ , суммарный результат измерений аэрозоля в воздухе достигнет минимума при изменении

скорости ветра по выражению (16). Следовательно, эвристически ясно, что для достижения максимального сигнала на выходе мобильного измерителя измерения должны быть выполнены в период, когда скорость ветра не убывает, а нарастает во времени.

**Заключение.** Для определения степени проникновения морского солевого аэрозоля в урбанизированную зону в зависимости от скорости ветра предложен метод динамических измерений с помощью передвижной лаборатории, оснащенной измерительной аппаратурой. Сформулирована задача определения оптимальной временной зависимости скорости ветра в береговой зоне при условии постоянной скорости передвижения мобильного измерителя и при условии полного оседания аэрозоля за время  $\Delta t$  между двумя последовательными измерениями, при которой суммарный результат измере-

ний достигает экстремума. Дано решение задачи с применением известного метода двойного усреднения и решения вариационной задачи Лагранжа. Отмечено, что предлагаемый метод позволяет определить суммарное количество аэрозоля, осевшего на рассматриваемой дистанции прохождения мобильного измерителя.

Предложенный метод позволяет оценить степень проникновения морского солевого аэрозоля в урбанизированную территорию в зависимости от скорости ветра. Чтобы определить суммарное количество осевшего на рассмотренной дистанции аэрозоля за временной промежуток  $n \cdot \Delta t$ , где  $n$ -количество точек измерений, достаточно интегрировать выражения (8) по  $t$ , подставив  $x = v \cdot t$ , где  $v$  – скорость передвижения мобильного измерителя.

### Список литературы

- Джавадов Н. Г., Асадов Х. Г., Казымлы Р. В. Метод двойного усреднения для минимизации неопределенности результатов измерений парниковых газов в наземных распределенных сетях атмосферных измерений // Метрология. 2020. № 2. С. 19–30. DOI: 10.32446/0132-4713.2020-2-19-30.
- Эльсгольц Л. Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М.: Наука, 1974. 473 с.
- Castaneda A., Corvo F., Howland J., Marrero R. Penetration of marine aerosol in a tropical coastal city: Havana // Atmosfera. 2018. 31(1). P. 87–104. DOI: 10.20937/ATM.2018.31.01.06.
- Cole I. S., Panterson D. A., Ganther W. D. Holistic model for atmospheric corrosion. Part I. Theoretical framework for production, transportation and deposition of marine salts // Corrosion Engineering Science and Technology. 2003. No. 38. P. 129–134. DOI: 10.1179/147842203767789203.
- Cole I. S., Paterson D. A., Ganther W. D., King G. A., Furmanand S. A., Lau D. Holistic model for atmospheric corrosion. Part II. Experimental measurements of deposition of marine salts in a number of long range studies // Corrosion Engineering Science and Technology. 2003. No. 38. P. 259–266.
- Harkel M. J. T. The effects of particle-size distribution and chloride depletion of sea-salt aerosols on estimating atmospheric deposition at a coastal site // Atmospheric Environment. 1997. No. 31. P. 417–427. DOI: 10.1016/S1352-2310(96)00249-X.
- Meira G., Andrade C., Alonso C., Padaratz I., Borba J. Measurement and modelling of marine salt transportation and deposition in a tropical region in Brazil // Atmospheric Environment. 2006. No. 40. P. 5596–5607. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2006.04.053.
- Meira G., Andrade C., Alonso C., Padaratz I., Borba J. Salinity of marine aerosols in a Brazilian coastal area-influence of wind regime // Atmospheric Environment. 2007. 41. P. 8431–8441. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2007.07.004.
- Mustafa M. A., Yusof K. M. Atmospheric chloride penetration into concrete in semi-tropical marine environment // Cement and concrete research. 1994. Res. 24. P. 661–70. DOI: 10.1016/0008-8846(94)90190-2.
- Pan Y., Cui S., Rao R. A model for predicting coastal aerosol size distributions in Chinese seas // Earth and Space Science. 7. 2020. <https://doi.org/10.1029/2020EA001136>.
- Petelski T., Chomka M. Marine aerosol fluxes in the coastal zone -BAEX experimental data// Oceanologia. 1996. No. 38(4). P. 469–484.
- Petelski T., Chomka M. Modelling the sea aerosol emission in the coastal zone // Oceanologia. 1997. No. 39(3). P. 211–225.
- Petelski T., Chomka M. Sea salt emission from the coastal zone // Oceanologia. 2000. No. 42. P. 399–410.
- Rios-Rojas F. J., Aperador-Rodriguez D., Hernandez Garcia E., Arroyave C. Annual atmospheric corrosion rate and dose-response function for carbon steel in Bogota // Atmosfera. 2017. No. 30. P. 53–61. DOI: 10.20937/ATM.2017.30.01.05.

**References**

1. Dzhavadov N. G., Asadov Kh. G., Kazymly R. V. *Metrologiya* (Metrology), 2020, no. 2, pp. 19–30. DOI: 10.32446/0132-4713.2020-2-19-30.
2. Elsgolts L. E. *Differentsialnye uravneniya i variatsionnoye ischisleniye* (Differential Equations and the Calculus of Variations). Moscow: Science, 1974, 473 p.
3. Castaneda A., Corvo F., Howland J., Marrero R. *Atmosfera* (Atmosfera), 2018, 31(1), pp. 87–104. DOI: 10.20937/ATM.2018.31.01.06.
4. Cole I. S., Panterson D. A., Ganther W. D. *Corrosion Engineering Science and Technology* (Corrosion Engineering Science and Technology), 2003, no. 38, pp. 129–134. DOI: 10.1179/147842203767789203.
5. Cole I. S., Paterson D. A., Ganther W. D., King G. A., Furmanand S. A., Lau D. *Corrosion Engineering Science and Technology* (Corrosion Engineering Science and Technology), 2003, no. 38, pp. 259–266.
6. Harkel M. J. T. *Atmospheric Environment* (Atmospheric Environment), 1997, no. 31, pp. 417–427. DOI: 10.1016/S1352-2310(96)00249-X.
7. Meira G., Andrade C., Alonso C., Padaratz I., Borba J. *Atmospheric Environment* (Atmospheric Environment), 2006, no. 40, pp. 5596–5607. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2006.04.053.
8. Meira G., Andrade C., Alonso C., Padaratz I., Borba J. *Atmospheric Environment* (Atmospheric Environment), 2007, 41, pp. 8431–8441. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2007.07.004.
9. Mustafa M. A., Yusof K. M. *Cement and concrete research* (Cement and concrete research), 1994, Res. 24, pp. 661–70. DOI: 10.1016/0008-8846(94)90190-2.
10. Pan Y., Cui S., Rao R. *Earth and Space Science* (Earth and Space Science). 2020.7. DOI: <https://doi.org/10.1029/2020EA001136>.
11. Petelski T., Chomka M. *Oceanologia* (Oceanologia), 1996, no. 38(4), pp. 469–484.
12. Petelski T., Chomka M. *Oceanologia* (Oceanologia), 1997, no. 39(3), pp. 211–225.
13. Petelski T., Chomka M. *Oceanologia* (Oceanologia), 2000, no. 42, pp. 399–410.
14. Rios-Rojas F. J., Aperador-Rodriguez D., Hernandez Garcia E., Arroyave C. *Atmosfera* (Atmosfera), 2017, no. 30, pp. 53–61. DOI: 10.20937/ATM.2017.30.01.05.

**Информация об авторе****Information about the author**

Халилова Хадиджа Сабир гызы, преподаватель Национальной академии авиации, г. Баку, Азербайджанская Республика. Область научных интересов: аэрозольное загрязнение береговых зон  
x.xalilova@mail.ru

Khalilova Khadizha Sabir gizi, lecturer, National Academy of Aviation, Baku, Republic of Azerbaijan. Research interests: aerosol pollution of coastal zones

**Для цитирования**

Халилова Х. С. Метод динамических измерений и оптимальной оценки степени проникновения морского солевого аэрозоля в береговые производственные зоны // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 4. С. 50–55. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-50-55.

Khalilova Kh. Method of dynamic measurements and optimal assessment of the penetration degree of marine salt aerosol into coastal production zones // Transbaikal State University Journal, 2022, vol. 28, no. 4, pp. 50–55. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-50-55.

Статья поступила в редакцию: 08.04.2022 г.  
Статья принята к публикации: 12.04.2022 г.

# ПОЛИТОЛОГИЯ

УДК 327

DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-56-64

## ВОСТОЧНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФОРУМ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

### THE EASTERN ECONOMIC FORUM AS A TOOL FOR THE DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN FAR EAST



**Е. Н. Давыборец,**  
Дальневосточный федеральный  
университет, г. Владивосток  
westlake@yandex.ru



**Д. А. Владимирова,**  
Дальневосточный федеральный  
университет, г. Владивосток  
vladimirova.da@dvfu.ru



**М. Е. Абрамова,**  
Дальневосточный федеральный  
университет, г. Владивосток  
marie\_abramova@mail.ru

**E. Davyborets,**  
Far Eastern Federal University, Vladivostok

**D. Vladimirova,**  
Far Eastern Federal University, Vladivostok

**M. Abramova,**  
Far Eastern Federal University, Vladivostok

Политика восточного вектора, заявленная руководством государства, обусловила необходимость разработки эффективных механизмов её реализации. Наработан комплекс инструментов развития Дальнего Востока и привлечения к сотрудничеству иностранных партнёров, что входит в ключевые цели данной политики. Поворот России на Восток выгоден не только для России, но и для азиатских государств, которые также заинтересованы в сотрудничестве. Торгово-экономические отношения будут не только способствовать стабильности и процветанию в Азиатском регионе, но и обозначат формирование нового многополярного мира, а также нового в Евразии сообщества. Восточный экономический форум является мощным инструментом привлечения инвестиций в развитие ДВ, а также площадкой для диалога авторитетных представителей государств Азиатско-Тихоокеанского региона. Проводится анализ тех ВЭФ, которые прошли на Дальнем Востоке с момента основания форума и до настоящего времени. Подчёркивается исключительная роль, которую они выполнили для благополучия исследуемой территории. Изучаются функции, которые выполняет ВЭФ для российских и иностранных граждан, а также дальневосточной территории. Объектом исследования является российский Дальний Восток. Предметом – Восточный экономический форум как инструмент развития Дальнего Востока. Цель исследования – анализ роли и места Восточного экономического форума в реализации политики поворота России на Восток. Методология исследования: в работе используется междисциплинарный подход, позволяющий выполнить комплексный анализ социально-экономических и культурных аспектов международных площадок для диалога, каковым является форум. На основе сравнительного метода сопоставляются результаты ежегодных форумов, проводимых на Дальнем Востоке. Применяются также общенаучные методы – аналогия, анализ, синтез, индукция, дедукция и пр., позволяющие не только выявить фактологическую сторону изучаемого вопроса, но и проследить его в динамике

**Ключевые слова:** Восточный экономический форум, Дальний Восток России, Азиатско-Тихоокеанский регион, инструмент развития, стабильность, процветание, многополярный мир, инвестиции, политика поворота России на Восток, стратегия

The policy of the Eastern vector, announced by the leadership of the state, necessitated the development of effective mechanisms for its implementation. To date, a set of tools has been developed for the development of the Far East and attracting foreign partners to cooperation, which is included in the key objectives of this policy. Russia's "turn to the East" is beneficial not only for itself, but also for Asian states that are also interested in co-operation. Trade and economic relations will not only contribute to stability and prosperity in the Asian region, but will also mark the formation of a new multipolar world, as well as a new community in Eurasia. In this regard, it is difficult to overestimate the role and importance that the Eastern Economic Forum performs. It is not only a powerful tool for attracting investments in the development of the Far East, but also a platform for dialogue between authoritative representatives of the states of the Asia-Pacific region. The authors analyze the WEF that have been held in the Far East since the foundation of the forum and up to the present. The exceptional role that they performed for the well-being of the studied territory is emphasized. The functions performed by the WEF for Russian and foreign citizens, as well as the Far Eastern territories, are being studied. *The object* of the study is the Russian Far East. *The subject* is the Eastern Economic Forum as a tool for the development of the Far East. *The purpose* of the article is to analyze the role and place of the Eastern Economic Forum in the implementation of the policy of "turning Russia to the East". *Research methodology*. An interdisciplinary approach suitable for a comprehensive analysis of socio-economic and cultural aspects of international platforms for dialogue, which is the forum, is used in the research. Based on the comparative method, the results of the annual forums held in the Far East are compared. General scientific methods are also used – analogy, analysis, synthesis, induction, deduction, etc., which allow not only to identify the factual side of the issue under study, but also to trace it in dynamics

**Key words:** Eastern Economic Forum, Russian Far East, Asia-Pacific region, development instrument, stability, prosperity, multipolar world, investments, policy of Russia's turn to the East, strategy

---

**В**ведение. В 2012 г. Президент РФ В. Путин предложил «Проект национального развития России в XXI веке», предусматривающий новое генеральное направление экономического сотрудничества со странами Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) – политика восточного вектора. АТР в XXI в. – это новая Европа, в которой сосредоточены финансы, человеческие и природные ресурсы, крупные центры современного производства [4. С. 268]. По заявлению Президента РФ, «укрепление отношений с государствами этого региона имеет для России стратегическое значение» [11]. Оно заключается, прежде всего, в торгово-экономическом сотрудничестве, но также и в вопросах безопасности восточных границ нашей территории. Азиатский рынок для российской продукции имеет колossalный потенциал, в свою очередь как и его товары, которые являются востребованными на отечественном рынке. Сотрудничество России с азиатскими государствами предоставляет ей возможность экономического роста нового качества [1. С. 10].

Главные приоритеты на Дальнем Востоке, заявленные руководством государства « – это активная политика социального развития, формирование современной транспортной, образовательной инфраструктуры, строительство доступного жилья, создание

качественной системы оказания медицинских услуг, расширение экономической свободы, предоставление для отечественных и зарубежных инвесторов лучших условий для ведения бизнеса, чтобы по эффективности, по отдаче от капитала Дальний Восток России успешно конкурировал с ведущими деловыми центрами» [11].

Для реализации политики поворота России на Восток созданы коммерческие и некоммерческие организации, в чьё ведение вошли специальные функции, общий смысл которых – содействие ускоренному развитию Дальнего Востока: АО «Корпорация развития Дальнего Востока», АНО «Агентство по развитию человеческого капитала на Дальнем Востоке», АНО «Агентство Дальнего Востока по привлечению инвестиций и поддержке экспорта». Политика восточного вектора проводилась, что называется, «с чистого листа», поэтому необходимо было разработать механизмы и инструменты её реализации, к чему активно подключились органы власти и институты. В регионе существует комплекс экономических механизмов, призванных привлечь инвестиции и обеспечить ускоренное развитие Дальневосточного федерального округа [2. С. 87].

Среди разработанных мер имеют место преференциальные режимы и иные направле-

ния поддержки предпринимательства – Территории опережающего развития; Свободный порт Владивосток; Специальный административный район о. Русский; поддержка инвестиционных проектов, практическая реализация которых значима для развития ДФО; учреждение и обеспечение деятельности институтов развития ДФО и др. [7. С. 17]. Разрабатывались и внедрялись общие и специальные программы и подпрограммы, направленные на развитие различных сфер ДФО – «Социально-экономическое развитие Дальневосточного федерального округа», «Дальневосточный гектар», «Программа повышения мобильности трудовых ресурсов» и др.

В мае 2015 г. по Указу Президента РФ<sup>1</sup> основан Восточный экономический форум. «Форум – это крупное мероприятие, посвящённое активизации межрегионального и трансграничного экономического и инвестиционного сотрудничества. На практике форум – это, как правило, место встречи и открытого диалога известных политиков, руководителей законодательных и исполнительных органов власти, промышленников и предпринимателей, ученых и общественных деятелей, управляющих банков, международных инвестиционных, консалтинговых и страховых компаний» [5. С. 70]. Международные форумы выступают распространенной политической практикой многих стран, которые с их помощью решают экономические, политические, социальные проблемы, вопросы международной безопасности. Они являются не только инструментом экономического развития, но также институтом международного сотрудничества [12. С. 123].

Объектом данного исследования является российский Дальний Восток.

Предметом – Восточный экономический форум как инструмент развития Дальнего Востока.

**Цель исследования** – анализ роли и места Восточного экономического форума в реализации политики поворота России на Восток.

**Методология исследования:** в работе используется междисциплинарный подход, позволяющий выполнить комплексный ана-

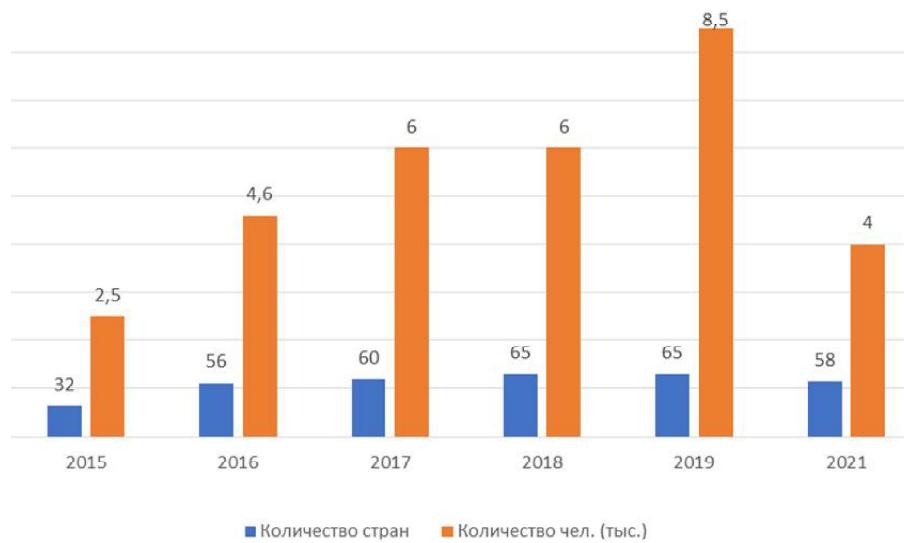
лиз социально-экономических и культурных аспектов международных площадок для диалога, каковым является форум. На основе сравнительного метода сопоставляются результаты ежегодных форумов, проводимых на Дальнем Востоке. Применяются также общенакальные методы – аналогия, анализ, синтез, индукция, дедукция и пр., позволяющие выявить не только фактологическую сторону изучаемого вопроса, но и проследить его в динамике.

Основные цели Восточного экономического форума, учрежденного в России, – содействие ускоренному развитию экономики Дальнего Востока и расширение международного сотрудничества в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Для реализации цели определены следующие задачи: демонстрация инвестиционной привлекательности дальневосточных территорий, в том числе территорий опережающего развития и свободного порта Владивосток; презентация новых условий для ведения бизнеса и инвестирования; получение экспертных оценок экономического потенциала ДВ; установление партнёрских отношений со странами АТР; укрепление связей международного инвестиционного сообщества, российских предпринимателей, органов власти различных уровней [10].

Заседания форума осуществляются ежегодно. Так, он проходил в 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 и 2021 гг.; 2020 год был пропущен из-за пандемии коронавируса. На ВЭФ представлены инвестиционные возможности и проекты Дальневосточного Федерального округа. Год от года интерес к нему отечественных и иностранных партнёров возрастает, увеличивается количество посещаемых его стран. Если в первом форуме 2015 г. приняли участие 2,5 тыс. человек из 32 стран, то в последующие годы их число составило 4,6 тыс. человек из 56 стран; 6 тыс. человек из 60 стран; 6 тыс. человек из 65 стран; 8,5 тыс. человек из 65 стран, 4 тыс. участников из 58 стран в 2016/2017/2018/2019/2021 гг. соответственно (см. рисунок).

Уменьшение количества стран и участников последнего ВЭФ объясняется пандемией короновирусной инфекции. Вместе с

<sup>1</sup> О Восточном экономическом форуме: Указ Президента Российской Федерации [от 19 мая 2015 г. № 250]. – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/39708> (дата обращения: 18.03.2022). – Текст: электронный.



Число стран и количество участников ВЭФ с 2015 по 2021 гг.<sup>2</sup> /  
The number of countries and the number of EEF participants from 2015 to 2021

тем, с учетом серьёзности эпидемиологической обстановки, такие показатели можем считать успешными. Подавляющее большинство стран, принимавших участие в форуме ранее, прибыли и в этот раз. Численность делегаций по названным причинам сократилась. Вместе с тем, ключевые фигуры бизнеса, а также представители СМИ участвовали в форуме, благодаря чему удалось достичь больших финансовых показателей, чем в предыдущие годы.

Значимость форума показывает участие в нём первых лиц и высокопоставленных представителей иностранных государств. В ходе их встреч решаются важные вопросы развития международных отношений в регионе [13. С. 262]. Значимой и обсуждаемой темой становится обмен мнениями глав государств [9. С. 178]. Это создаёт информационные поводы и привлекает внимание общественности.

Постоянный гость ВЭФ – премьер-министр Японии Синдзо Абэ. Форум посещали президенты Республики Корея Пак Кын Хе и Мун Чжэ Ин; президент Монголии Халтмаагийн Баттулга; председатель КНР Си Цзиньпин; премьер-министр Индии Нарендр Моди; премьер-министр Малайзии Махатхир Мохамад. Президенты Казахстана и Монголии участвовали в последнем форуме

в онлайн формате. Руководитель КНР, премьер-министр Индии и премьер-министр Тайланда направили на форум видеоприветствия. Ежегодно посещают форум главы ведущих иностранных компаний, государственных корпораций, председатели директоров и директора крупного российского и иностранного бизнеса, дипломатические представители из десятков иностранных государств, главы субъектов Российской Федерации, руководители федеральных служб и агентств, федеральные министры и др.

Результаты форума показывают, что «партнёры России, прежде всего, страны Азиатско-Тихоокеанского региона, готовы участвовать в прорывном развитии Дальнего Востока по всем направлениям» [6]. Этому свидетельствуют пакеты масштабных соглашений, подписываемых на форуме на уровне региональных властей и компаний, в том числе международных, количество которых год от года увеличивается. По заявлению Президента РФ, «сам факт проведения форума – это символ глубоких изменений, которые происходят на Дальнем Востоке. Практическое выражение нашей политики направлено на ускоренное опережающее освоение этого региона» [11].

Ежегодно ВЭФ выходит под новым девизом/лозунгом (см. таблицу), стержневые

<sup>2</sup> Составлен авторами на основе данных официального сайта Министерства Российской Федерации по развитию Дальнего Востока и Арктики. – URL: <https://minvr.gov.ru/> (дата обращения: 18.03.2022). – Текст: электронный.

*Девизы Восточного экономического форума 2015–2021 гг. /  
Mottos of the Eastern Economic Forum from 2015–2021*

<b>Год форума / Year of the Forum</b>	<b>Девиз / лозунг / Motto / slogan</b>
2015	«Дальний Восток на глобальной карте инвестиционных возможностей» / «The Far East on the global map of investment opportunities»
2016	«Открывая Дальний Восток» / «Opening up the Far East»
2017	«Дальний Восток: создавая новую реальность» / «The Far East: creating a new reality»
2018	«Дальний Восток: расширяя границы возможностей» / «The Far East: expanding the boundaries of opportunities»
2019	«Дальний Восток – горизонты развития» / «The Far East – development horizons»
2021	«Новые возможности Дальнего Востока в меняющемся мире» / «New opportunities of the Far East in a changing world»

темы которых – «развитие» и «возможности». Девизы сформулированы в духе новаторства, смелых идей и решений. Дальний Восток позиционируется как территория новых возможностей. Подобного рода призывы рассчитаны на сегмент активных деловых людей – инвесторов, бизнесменов, готовых пробовать различные направления, открывать новые горизонты.

ВЭФ выполняет ряд важных функций как для своей территории и её населения, так и иностранных граждан. Например, форум выполняет информативную функцию. На ВЭФ можно получить информацию, интересующую бизнесменов, инвесторов, а также обычных граждан о предприятиях, инвестиционных проектах, туристских продуктах Дальнего Востока и пр. Инвесторам предлагается знакомство с наиболее перспективными проектами, в том числе с их проработанными бизнес-планами. Благодаря специализированным информационным сайтам Дальнего Востока и России в целом (сайты Фонда развития Дальнего Востока и Арктики, Корпорации развития Дальнего Востока и Арктики, Информационно-аналитического агентства «Восток России», Цифровой платформы «Инвестиционные проекты» и др.), многие гости заранее намечают интересующие их проекты. На форуме они могут получить дополнительную информацию, задать интересующие вопросы. Жители ДФО и иностранные граждане знакомятся с особенностями региона: с природно-географическими и климатическими характеристиками, культурой, с народным творчеством, с особенностями жизнедеятельности местных сообществ и пр.

Презентуются экономические и культурные достижения, что хорошо работает на привлекательность Дальнего Востока.

Знакомство с территорией – элемент мягкой силы, делающий её близкой, понятной. Если удаётся запечатлеть в сознании её сильные стороны, а также благоприятный образ в целом, это будет работать на желание с ней сотрудничать и взаимодействовать. Благоприятный имидж территории – фактор привлечения партнёров-бизнесменов, инвесторов, туристов. Он обуславливает проявление интереса иностранных граждан к территории, способствует проявлению уважения. Среди местных жителей успешный имидж активизирует чувство гордости и патриотизма. Позитивное восприятие распространяется через каналы трансляции информации и межличностные взаимодействия.

Важное направление ежегодных форумов – информирование о Дальнем Востоке и презентация его достоинств. Для этого изготавливается рекламная продукция по областям экономики и по конкретным субъектам ДФО: буклеты, календари, плакаты, сувениры, видеореклама, транслируемая на площадках форума. Ту же функцию выполняет развлекательный контент площадок: различного рода аттракционы, в том числе с применением высокотехнологичного оборудования; выступления творческих коллективов субъектов ДФО (песенных, танцевальных и др., в традиционном и современном стилях), проведение мастер-классов и конкурсов (со специальной культурной тематикой территории) и пр. Народный фольклор создаёт комфортную атмосферу, оставляет впечатление

доброжелательности. На площадках представлены лучшие образцы народного творчества своего субъекта, а также первоклассная продукция различного рода, производимая на ДВ (украшения из драгоценных камней и металлов, товары для здоровья, продукты питания, сувениры и пр.), что работает на привлекательный имидж дальневосточной территории.

Информативная деятельность ВЭФ обеспечивает привлечение как российских, так и азиатских бизнес-партнёров в регион. Согласно статистическим данным, ежегодно на форуме заключаются сотни соглашений, подписывается множество контрактов. Они охватывают как масштабные проекты, предполагающие создание крупных кластеров, так и небольшие, локальные. Для удобства участников и гостей организаторами ВЭФ предусмотрены специальные услуги по сопровождению сделок, заключаемых на площадках форума. Ежегодно количество сделок и контрактов увеличивается, как и их финансовые показатели. Это демонстрирует возрастающую роль форума в жизни дальневосточного региона и свидетельствует о повышении имиджа Дальнего Востока в странах АТР, а также на территории государства.

На первом Восточном экономическом форуме в 2015 г. заключено 80 контрактов на

сумму 1,3 трлн р. Этот показатель ежегодно увеличивается: 214 соглашений на сумму 1,85 трлн р. в 2016 г.; 217 – на сумму 2,5 трлн р. в 2017 г.; 220 – на сумму 3,1 трлн р. в 2018 г.; 270 – на сумму 3,4 трлн р. в 2019 г.; 380 – на сумму 3,6 трлн р. на последнем Восточном экономическом форуме в 2021 г. (рис. 2). За весь период существования ВЭФ подписано около 1380 контрактов на общую сумму около 15,75 трлн р. Такие показатели свидетельствуют об исключительной важности форума в экономической жизни ДВ. Привлекаемые деньги работают на развитие территории. Вложенные средства обуславливают прибыль не только инвесторам, но и пополнение бюджетов регионального и федерального уровней. Таким образом, проведение форума является ежегодным стимулом финансирования и, соответственно, экономического развития Дальнего Востока [3. С. 192].

Приоритетной сферой в развитии ДФО объявлен туризм, в связи с чем прорабатываются различные его направления. Форум дал мощный толчок развитию туристской инфраструктуры изучаемой территории. Ежегодно, благодаря ВЭФ, в сфере туризма подписываются десятки инвестиционных проектов. Так, в 2021 г. на форуме заключены сделки по реализации таких крупных проектов как строительство курортно-гостиничного комплекса



*Рис. 2. Количество контрактов, подписанных на ВЭФ с 2015 по 2021 гг., а также их финансовые показатели<sup>3</sup> / Fig. 2. The number of contracts signed at the WEF from 2015 to 2021, as well as their amount*

<sup>3</sup> Составлен авторами на основе данных официального сайта Министерства Российской Федерации по развитию Дальнего Востока и Арктики. – URL: <https://minvr.gov.ru/> (дата обращения: 18.03.2022). – Текст: электронный.

са, гольф-клуба и тематического парка развлечений площадью 50 га в г. Владивосток; возведение гостиницы в Республике Бурятия и портовой инфраструктуры на озере Байкал; создание на Чукотке туристического кластера «Арктическая Ривьера» и строительство туристических баз; возведение всесезонного горного курорта «Итуруп Резорт» в Сахалинской области и др. [8]. ВЭФ играет исключительно важную роль в развитии туристской инфраструктуры и туризма в целом на Дальнем Востоке.

Другую функцию ВЭФ обозначим как обсуждение и решение актуальных вопросов бизнес-сообщества и учёных, обмен мнениями. В ходе форума на бизнес-площадках участники делают доклады и делятся актуальной информацией по волнующим их вопросам, обозначая проблемы, требующие решений. Результатом обсуждений становится, во-первых, актуализация проблемы – доведение её до общественности, во-вторых, поиск вариантов её решения. При необходимости вовлечения дополнительных ресурсов задействуются представители властных структур и бизнес-сообщества. В процессе дискуссий на площадках форума возможен поиск консенсуса по обсуждаемым вопросам. «Для лидеров ведущих азиатских государств Восточный экономический форум постепенно становится всё более авторитетной площадкой для обсуждения региональных проблем СВА и поиска моделей сотрудничества для их решения» [12. С. 129].

Выявляемые на форуме проблемы по вопросам развития предпринимательства на Дальнем Востоке обуславливают принятие мер по улучшению делового климата в регионе. Ведётся активная работа по внедрению различных механизмов развития предпринимательства, улучшению инвестиционного климата.

Важной является стимулирующая роль мероприятия международного масштаба в преобразовании территории, на которой оно проводится. Для подготовки форума осуществляется строительство инфраструктурных объектов. В преддверии ВЭФ город приводят в порядок. Решаются проблемы городской инфраструктуры, преобразовывается внешний вид. Владивосток является «визитной карточкой», «лицом» России со стороны Азиатско-Тихоокеанского региона,

что обязывает сохранять его образцово-показательный внешний облик. От того, каким он предстанет перед азиатскими партнёрами, будет зависеть успех проводимого мероприятия и регулирование торгово-экономических связей. На его преображение выделяются средства из бюджетов различных уровней. Решение проблем городской среды приносит пользу как для владивостокцев, так и жителей соседних территорий, которые так или иначе пользуются комфортными условиями города.

**Заключение.** Итак, форум способствует формированию благоприятного имиджа Дальнего Востока, знакомству с его природно-географическими особенностями, лучшими культурными образцами, производимой местной продукцией, работает на повышение узнаваемости региона среди своих и иностранных граждан. Он показывает иностранцам русских доброжелательными, гостеприимными, радушными, что ломает негативные стереотипы, превалировавшие в массовом сознании международного сообщества. Также позиционирует Дальний Восток перспективным, динамично развивающимся регионом, способным принести пользу азиатским странам.

Восточный экономический форум – мощный инструмент привлечения на ДВ бизнес-партнеров и инвесторов, готовых вкладывать инвестиции в разнообразные бизнес-проекты, работающие на развитие территории. Благодаря форуму, ежегодно удается привлекать крупные российские и иностранные капиталы для строительства инфраструктурных объектов и открытия новых предприятий. Важное направление форума – развитие туристской инфраструктуры, а также привлечение туристических потоков в дальневосточный регион. ВЭФ также выступает площадкой для совместного обсуждения и решения проблем, для обмена актуальной информацией. Форум является не только инструментом развития Дальнего Востока, но также способен сыграть интегрирующую роль для азиатских государств, содействовать установлению партнерских отношений между ними, взаимовыгодному экономическому сотрудничеству и консолидировать совместные усилия для решения глобальных вызовов современного мира.

**Список литературы**

1. К величому океану: хроника поворота на Восток. Сборник докладов Валдайского клуба. М.: Фонд развития и поддержки Международного дискуссионного клуба Валдай, 2019. 352 с.
2. Коломейцева Н. А. Восточный экономический форум как механизм интеграции России в Азиатско-Тихоокеанский регион // Развитие политических институтов и процессов: зарубежный и отечественный опыт: материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. (г. Омск, 28 апреля 2017 г.). Омск: Изд-во Омского гос. ун-та, 2017. С. 87–89.
3. Коломейцева Н. А. Восточный экономический форум как механизм развития российского Дальнего Востока // Символ науки. 2016. № 11–4. С. 191–193.
4. Лёвшукова А. О. Восточный экономический форум: история становления и перспективы развития // Россия и Китай: история и перспективы сотрудничества: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. Благовещенск: Благовещ. гос. пед. ун-т: Институт Конфуция в БГПУ, 2016. С. 268–270.
5. Лысенко Н. Н. Петербургский и Восточный экономические форумы о состоянии, проблемах и перспективах экономических отношений России и Японии // Экономическое сотрудничество Сахалинской области и Японии: состояние, проблемы, перспективы: материалы конф. (г. Южно-Сахалинск, 22 ноября 2019 г.). Южно-Сахалинск: Сахалин. гос. ун-т, 2019. С. 70–80.
6. Первый ВЭФ во Владивостоке: Дальний Восток интересен для инвесторов. Текст: электронный // ТАСС. 2015. 5 сентября. URL: <https://tass.ru/ekonomika/2238892> (дата обращения: 20.03.2022).
7. Развитие экономики Дальнего Востока России: эффекты государственной политики / отв. ред. П. А. Минакир, С. Н. Найден. Хабаровск: Институт экон. исслед. ДВО РАН, 2021. 208 с.
8. Российский турист потянулся на Дальний Восток. Текст: электронный // EAOMedia. 2021. 26 октября. URL: <https://eaomedia.ru/news/1182825/> (дата обращения: 01.03.2022).
9. Соколенко В., Павлова О. Хроника. IV Восточный экономический форум: экспертное заключение // Известия ДВФУ. Экономика и управление. 2018. № 4. С. 178–183.
10. Сорокин Д. История Восточного экономического форума. Текст электронный // ТАСС. 2021. 2 сентября. URL: <https://tass.ru/info/12269489> (дата обращения: 18.03.2022).
11. Стенограмма выступления Владимира Путина на ВЭФ. Текст электронный // Российская газета. 2015. 4 сентября. URL: <https://rg.ru/2015/09/04/forum-site.html> (дата обращения: 21.03.2022).
12. Ян Линь Линь. Пятый Восточный экономический форум: вклад в развитие международного сотрудничества в Северо-Восточной Азии // Ойкумена. Регионоведческие исследования. 2020. № 2. С. 123–133. DOI: 10.24866/1998-6785/2020-2/123-133.
13. Ян Линь Линь. Роль Восточного экономического форума в экономике Дальнего Востока и Русско-китайских отношениях // Наука и инновации в XXI веке: материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. 2019. Пенза: Наука и Просвещение, 2019. С. 262–265.

**References**

1. *K velikomu okeanu: hronika poverota na Vostok. Sbornik dokladov Valdayskogo kluba* (To the great ocean: a chronicle of the turn to the East. Collection of reports of the Valdai Club). Moscow: Fund for Development and Support of the Valdai International Discussion Club, 2019. 352 p.
2. Kolomeytseva N. A. *Razvitiye politicheskikh institutov i protsessov: zarubezhnyy i otechestvennyy opyt: materialy VIII Vseros. nauch.-prakt. konf.* (Development of political institutions and processes: foreign and domestic experience: materials of the VIII All-Russia. scientific-practical. conf. (Omsk, April 28, 2017)). Omsk: Omsk Publishing House of the State Un-ty, 2017, pp. 87–89.
3. Kolomeytseva N. A. Simvol nauki (Symbol of science), 2016, no. 11–4, pp. 191–193.
4. Lovushkina A. O. *Rossiya i Kitay: istoriya i perspektivy sotrudnichestva: materialy VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* (Russia and China: history and prospects of cooperation: materials of the VI Intern. scientific-practical. conf.). Blagoveschensk: Blagoveschensk State Ped. University: Confucius Institute at BSPU, 2016, pp. 268–270.
5. Lysenko N. N. *Ekonomicheskoye sotrudnichestvo Sahalinskoy oblasti i Yaponii: sostoyaniye, problemy, perspektivy: materialy konf.* (Economic cooperation between the Sakhalin region and Japan: state, problems, prospects: Proceedings of Conf. (Yuzhno-Sakhalinsk, November 22, 2019)). Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin State Un-ty, 2019, pp. 70–80.
6. TASS. 2015. 5 sentyabrya (TASS. 2015. September 5. Available at: <https://tass.ru/ekonomika/2238892> (date of access: 03/20/2022). Text: electronic.
7. *Razvitiye ekonomiki Dalnego Vostoka Rossii: effekty gosudarstvennoy politiki / otv. redaktor P. A. Minakir, S. N. Nayden* (Development of the economy of the Far East of Russia: the effects of state policy / chief editor P. A. Minakir, S. N. Nayden). Khabarovsk: Institute of Economics Research FEB RAN, 2021, 208 p.

8. EAOMedia. 2021. 26 oktyabrya (EAOMedia. 2021. October 26). Available at: <https://eaomedia.ru/news/1182825/> (date of access: 03/01/2022). Text: electronic.
9. Sokolenko V., Pavlova O. *Izvestiya DVFU. Ekonomika i upravleniye* (FEFU news. Economics and Management), 2018, no. 4, pp. 178–183.
10. Sorokin D. TASS. 2021. 2 sentyabrya (TASS. 2021. September 2). Available at: <https://tass.ru/info/12269489> (date of access: 03/18/2022). Text: electronic.
11. Rossiyskaya gazeta. 2015. 4 sentyabrya (Russian newspaper. 2015. September 4<sup>th</sup>). Available at: <https://rg.ru/2015/09/04/forum-site.html> (date of access: 03/21/2022). Text: electronic.
12. Yan Lin' Lin'. *Oykumena. Regionovedcheskiye issledovaniya* (Yang Lin Lin. Ecumene. Regional studies), 2020, no. 2, pp. 123–133. DOI: 10.24866/1998-6785/2020-2/123-133.
13. Yan Lin' Lin'. *Nauka i innovatsii v XXI veke: materialy XIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* 2019 (Yang Lin Lin. Science and innovations in the XXI century: materials of the XIII Intern. scientific-practical. conf. 2019). Penza: Science and Education, 2019, pp. 262–265.

### Информация об авторе

---

**Давыборец Елена Николаевна**, канд. полит. наук, доцент ВАК, доцент кафедры Тихоокеанской Азии, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия. Область научных интересов: политические технологии, политическая система  
westlake@yandex.ru

**Владимирова Диана Альбертовна**, канд. ист. наук, доцент ВАК, профессор кафедры Тихоокеанской Азии, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия. Область научных интересов: международные отношения, миграционные процессы в странах Восточной Азии, культура стран Восточной Азии  
vladimirova.da@dvgu.ru

**Абрамова Мария Евгеньевна**, аспирант, кафедра Тихоокеанской Азии, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия. Область научных интересов: развитие Дальнего Востока, торгово-экономическое сотрудничество РФ и КНР  
marie\_abramova@mail.ru

### Information about the author

---

*Elena Davyborets*, candidate of political sciences, associate professor, assistant professor, Pacific Asia department, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia. Research interests: political technologies, political system

*Diana Vladimirova*, candidate of historical sciences. associate professor, professor of Pacific Asia department, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia. Research interests: international relationship, migration processes of East Asia countries, culture of East Asia countries

*Maria Abramova*, postgraduate, Pacific Asia department, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia. Research interests: development of the Far East, trade and economic cooperation of the Russian Federation and China

### Для цитирования

---

Давыборец Е. Н., Владимирова Д. А., Абрамова М. Е. Восточный экономический форум как инструмент развития российского Дальнего Востока // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 4. С. 56–64. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-56-64.

*Davyborets E., Vladimirova D., Abramova M. The eastern economic forum as a tool for the development of the Russian far East // Transbaikal State University Journal, 2022, vol. 28, no. 4, pp. 56–64. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-56-64.*

Статья поступила в редакцию: 31.03.2022 г.  
Статья принята к публикации: 04.04.2022 г.

# Экономические науки

УДК 338.45  
DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-65-72

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОЦЕНКЕ И ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ РФ

### METHODOLOGICAL PROPOSALS FOR ASSESSING AND IMPROVING THE ENERGY SECURITY OF HEAT SUPPLY SYSTEMS IN THE RUSSIAN FEDERATION

Д. Н. Берген, Байкальский государственный университет, г. Иркутск  
8bdn8@mail.ru

D. Bergen, Baikal State University, Irkutsk



Энергетическая безопасность приобретает все большую актуальность в связи с обострением политической и экономической ситуации в мире. Для оценки энергетической безопасности теплоснабжения необходима разработка методики оценки ее уровня, которая может быть применена органами государственной власти. Объектом исследования выступает энергетическая безопасность теплоснабжения в РФ. Предмет исследования – совокупность теоретических, методических и практических аспектов повышения энергетической безопасности теплоснабжения в РФ. Цель исследования – разработать методику оценки уровня энергетической безопасности системы теплоснабжения (ЭБСТ) для применения ее в целях оценки влияния планируемых мероприятий в сфере теплоснабжения на повышение энергетической безопасности. В качестве методологической основы исследования использован системный подход, и частнонаучные методы: сравнительный анализ, индикативный анализ, статистические методы. В статье на основании рассмотрения теплоснабжения в качестве экономической системы, входящей в ТЭК РФ, определена система показателей энергетической безопасности теплоснабжения на федеральном и региональном уровнях. Предложенная система включает двенадцать показателей, сгруппированных по четырем составляющим ЭБСТ: потребительской, промышленной, экономической, экологической безопасности. Предложена методика оценки уровня энергетической безопасности системы теплоснабжения на федеральном и региональном уровнях, включающая систему показателей. Согласно разработанной методике, итоговый уровень ЭБСТ определяется как нормальный, предкризисный или кризисный. Для определения итогового уровня ЭБСТ по каждому показателю с использованием статистических методов рассчитаны границы значений для трех уровней ЭБСТ. Нахождение итогового уровня ЭБСТ осуществляется по результатам балльной оценки. Для совершенствования государственного регулирования предложено использовать разработанную методику оценки энергетической безопасности системы теплоснабжения при формировании программы развития ТЭК в части, относящейся к развитию систем теплоснабжения. Например, повышению уровня ЭБСТ будет способствовать снижение нормативов негативного воздействия и размещения отходов для формирования у экономических субъектов в сфере теплоснабжения материальной заинтересованности в переходе на использование возобновляемых источников энергии

**Ключевые слова:** экономика, промышленность, топливно-энергетический комплекс, тепловая энергетика, теплоснабжение, государственное управление, энергетическая безопасность, энергетическая безопасность теплоснабжения, биотопливо, возобновляемые источники энергии

Energy security issues are becoming increasingly important due to the aggravation of the political and economic situation in the world. The development of a methodology for assessing the energy security of heat supply to determine its level is necessary for public authorities. The subject of the study is a set of theoretical, methodological and practical aspects of improving the energy security of heat supply in the Russian Federation. The purpose of the study is to develop a methodology for assessing the level of energy security of the heat supply

system (ESHSS) for its application in order to assess the impact of planned measures in the field of heat supply on improving energy security. *The methodological basis of the study* is presented by a systematic approach and private-scientific methods: comparative analysis, indicative analysis, statistical methods. The system of indicators of energy security of heat supply at the federal and regional levels is defined in the article based on the consideration of heat supply as an economic system included in the fuel and energy complex of the Russian Federation. The proposed system includes twelve indicators grouped into four components of ESHSS: consumer, industrial, economic and environmental safety. The methodology for assessing the level of energy security of the heat supply system at the federal and regional levels, including a system of indicators, is proposed in the article. The final level of EBST is defined as normal, pre-crisis or crisis, according to the developed methodology. The limits of values for the three levels of ESHSS are calculated for each indicator using statistical methods. The determination of the final level of ESHSS is carried out according to the results of the scoring. To improve state regulation, it is proposed to use the developed methodology for assessing the energy security of the heat supply system in the formation of the fuel and energy complex development program in the part relating to the development of heat supply systems. For example, the reduction of norms of negative impact and waste disposal will lead to the formation of economic entities in the field of heat supply of material interest in the transition to the use of renewable energy sources

**Key words:** *economics, industry, fuel and energy complex, thermal power engineering, heat supply, public administration, energy security, energy security of heat supply, biofuels, renewable energy sources*

**В**ведение. На современном этапе, в условиях существования глобальных рисков, достижение энергетической безопасности выходит на мировой уровень [13. С. 61]. Обеспечение надлежащего уровня энергетической безопасности непосредственно влияет на уровень национальной безопасности РФ. Энергетическая безопасность топливно-энергетического комплекса (ТЭК) формируется с учетом состояния защищенности экономики и населения страны от угроз национальной безопасности во всех отраслях ТЭК: нефтяной, газовой, угольной, торфяной, электротехнике и теплоснабжении.

При рассмотрении топливно-энергетического комплекса как экономической системы входящие в ТЭК отрасли выступают как системы, являющиеся подсистемами ТЭК [8. С. 319]. Таким образом, система теплоснабжения является одной из подсистем ТЭК РФ. В экономических исследованиях наибольшую актуальность имеют вопросы энергетической безопасности теплоснабжения как системы, когда в качестве объекта анализируется энергетическая безопасность отраслевой системы, а не процессов.

Государство выступает регулятором экономических отношений. Необходимость установления баланса между надежностью энергообеспечения и минимальным негативным воздействием на окружающую среду обуславливает поиск новых форм развития сферы энергетики [14]. Успешное развитие экономических систем основывается на ре-

ализации взвешенной экономической политики [5]. Однако текущая энергетическая ситуация в стране не является оптимальной, что требует принятия комплекса мер по повышению энергетической безопасности [12. С. 667]. Для разработки эффективных инструментов государственного регулирования в сфере тепловой энергетики, направленных на повышение энергетической безопасности, требуется применение методических основ оценки действующего и потенциального уровня энергетической безопасности системы теплоснабжения.

**Объектом исследования** выступает энергетическая безопасность теплоснабжения в РФ. **Предмет исследования** – совокупность теоретических, методических и практических аспектов повышения энергетической безопасности теплоснабжения в РФ.

**Цель исследования** – разработать методику оценки уровня энергетической безопасности системы теплоснабжения для применения ее в целях оценки влияния планируемых мероприятий в сфере теплоснабжения на повышение энергетической безопасности.

Исходя из указанной цели, в работе поставлены следующие задачи:

- определить систему показателей энергетической безопасности теплоснабжения;
- разработать методику оценки уровня энергетической безопасности теплоснабжения на федеральном и региональном уровнях, включающую систему показателей;

– предложить мероприятия, направленные на повышение уровня энергетической безопасности систем теплоснабжения.

В качестве методологической основы исследования использован системный подход и частнонаучные методы: сравнительный анализ, индикативный анализ, статистические методы.

В научной литературе представлены исследования по толкованию и операционализации понятий, по показателям энергетической безопасности ТЭК в целом, разработаны методики оценки энергетической безопасности ТЭК страны и регионов, в частности. Среди них наибольшую значимость для предмета данного исследования представляют работы Н. И. Воропая, Е. М. Смирновой, С. М. Сендерова, В. И. Рабчук, О. В. Кондракова, В. В. Семикашева, В. В. Саенко, А. Ю. Колпакова.

Вопросы содержания и особенностей энергетической безопасности теплоснабжения, определения ключевых факторов, влияющих на уровень энергетической безопасности, освещены в научных трудах В. К. Аверьянова, С. В. Саркисова, А. Н. Корпусова, В. А. Валуйского, А. М. Малинина, А. С. Чистовича, И. Х. Эмирова. При этом отсутствуют разработанные и научно обоснованные методики оценки уровня энергетической безопасности систем теплоснабжения,

которые могут быть применены в том числе для оценки методов государственного регулирования в области энергетической безопасности теплоснабжения.

*Результаты исследования и их обсуждение.* На основании изучения методик оценки энергетической безопасности ТЭК на различных территориальных уровнях [7; 9; 10; 11], проблем, особенностей, факторов энергетической безопасности теплоснабжения [1; 6] разработана методика оценки уровня энергетической безопасности системы теплоснабжения на федеральном и региональном уровнях.

Разработка методики оценки уровня энергетической безопасности системы теплоснабжения состоит из нескольких этапов.

*Этап 1.* На основании анализа различных показателей, характеризующих состояние системы теплоснабжения, отбираются показатели энергетической безопасности системы теплоснабжения. Выбранные показатели характеризуют состояние важнейших параметров системы теплоснабжения, значения которых позволяют установить уровень энергетической безопасности системы теплоснабжения.

Система показателей для оценки ЭБСТ, сгруппированных в соответствии с составляющими ЭБСТ, представлена в табл. 1.

Таблица 1 / Table 1

*Показатели оценки энергетической безопасности системы теплоснабжения /  
Indicators for assessing the energy security of the heat supply system*

Составляющие ЭБСТ / Components of ESHSS	Наименование показателя, единицы измерения / Name of the indicator, units of measurement
Потребительская безопасность ( $S_1$ ) / Consumer Safety ( $S_1$ )	1.1. Отношение объема производства и потребления тепловой энергии ( $P_{1,1}$ ) / The ratio of production and consumption of thermal energy ( $P_{1,1}$ ) 1.2. Потери тепловой энергии, % ( $P_{1,2}$ ) / Heat loss, % ( $P_{1,2}$ ) 1.3. Индекс цен на тепловую энергию ( $P_{1,3}$ ) / Heat Price Index ( $P_{1,3}$ )
Промышленная безопасность ( $S_2$ ) / Industrial Safety ( $S_2$ )	2.1. Степень износа основных фондов, % ( $P_{2,1}$ ) / The degree of depreciation of fixed assets, % ( $P_{2,1}$ ) 2.2. Уровень обновления основных фондов, % ( $P_{2,2}$ ) / The level of renewal of fixed assets, % ( $P_{2,2}$ ) 2.3. Темп прироста количества аварий в системе теплоснабжения, % ( $P_{2,3}$ ) / Growth rate of the number of accidents in the heat supply system, % ( $P_{2,3}$ )
Экономическая безопасность ( $S_3$ ) / Economic Security ( $S_3$ )	3.1. Удельный вес убыточных организаций в общем количестве поставщиков тепловой энергии, % ( $P_{3,1}$ ) / Share of unprofitable organizations in the total number of heat energy suppliers, % ( $P_{3,1}$ ) 3.2. Уровень рентабельности затрат в системе теплоснабжения, % ( $P_{3,2}$ ) / The level of profitability of costs in the heat supply system, % ( $P_{3,2}$ ) 3.3. Удельный расход топлива при производстве тепловой энергии, кг у. т. / Гкал ( $P_{3,3}$ ) / Specific fuel consumption in the production of thermal energy, kg c.e. / Gcal ( $P_{3,3}$ )

Окончание табл. 1

Составляющие ЭБСТ / Components of ESHSS	Наименование показателя, единицы измерения / Name of the indicator, units of measurement
Экологическая безопасность ( $S_4$ ) / Environmental Safety ( $S_4$ )	<p>4.1. Удельный вес выбросов системы теплоснабжения в общей сумме выбросов от стационарных источников в атмосферу, % (<math>P_{4,1}</math>) / Share of emissions from the heat supply system in the total amount of emissions from stationary sources into the atmosphere, % (<math>P_{4,1}</math>)</p> <p>4.2. Удельный вес доминирующего вида топлива в общем количестве топлива, потребляемого тепловой энергетикой, % (<math>P_{4,2}</math>) / Share of the dominant type of fuel in the total amount of fuel consumed by the thermal power industry, % (<math>P_{4,2}</math>)</p> <p>4.3. Удельный вес топлива из возобновляемых источников энергии в общем количестве топлива для производства тепловой энергии, % (<math>P_{4,3}</math>) / Share of fuel from renewable energy sources in the total amount of fuel for heat generation, % (<math>P_{4,3}</math>)</p>

**Этап 2.** Определяются возможные уровни ЭБСТ и границы их значений. Итоговый уровень ЭБСТ определяется как нормальный (Н), предкризисный (ПК) или кризисный (К).

Чтобы определить итоговый уровень ЭБСТ по каждому показателю, в методике рассчитываются границы значений трех уровней: нормального, предкризисного и кризисного. С использованием статистической информации для каждого показателя осуществляется расчет средней величины и выборочного стандартного (среднеквадратичного) отклонения по формуле

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (1)$$

где  $s$  – выборочное стандартное (среднеквадратичное) отклонение;

$x_i$  – случайная величина;

$\bar{x}$  – средняя случайной величины  $x_i$ ;

$n$  – количество наблюдений.

Установление границ трех уровней для каждого показателя осуществляется с применением нормального закона распределения случайной величины, согласно которому любое случайное значение показателя с вероятностью 68,26 % находится в диапазоне  $\bar{x} \pm s$ . Показатели, значения которых принадлежат указанному диапазону, соответствуют нормальному и предкризисному уровню. Показатели, значения которых находятся за пределами диапазона  $\bar{x} \pm s$ , соответствуют кризисному уровню. На основании изложенного для позитивных показателей, увеличение значений которых является положительным фактором, порядок расчета границ уровней представлен в табл. 2.

Таблица 2 / Table 2

Разграничение уровней ЭБСТ для позитивных показателей / Delimitation of ESHSS levels for positive indicators

Наименование уровня / Level name	Порядок установления границ уровня / The procedure for setting level boundaries
Нормальный / Normal	$x > \bar{x}$
Предкризисный / Pre-crisis	$\bar{x} - s \leq x \leq \bar{x}$
Кризисный / Crisis	$x < \bar{x} - s$

Для негативных показателей, увеличение значений которых является отрицательным фактором, порядок расчета границ уровней представлен в табл. 3.

Таблица 3 / Table 3

Разграничение уровней ЭБСТ для негативных показателей / Delimitation of ESHSS levels for negative indicators

Наименование уровня / Level name	Порядок установления границ уровня / The procedure for setting level boundaries
Нормальный / Normal	$x < \bar{x}$
Предкризисный / Pre-crisis	$\bar{x} \leq x \leq \bar{x} + s$
Кризисный / Crisis	$x > \bar{x} + s$

Границы нормального, предкризисного и кризисного уровней для каждого показателя методики оценки уровня ЭБСТ представлены в табл. 4.

Таблица 4 / Table 4

Границы уровней для показателей оценки ЭБСТ / Level boundaries for ESHSS assessment indicators

Наименование показателя / Name of the indicator	Обозна- чение / Desig- nation	Уровень энергетической безопасности системы теплоснабжения / The level of energy security of the heat supply system		
		нормальный / normal	предкризисный / precrisis	кризисный / crisis
Потребительская безопасность ( $S_1$ ) / Consumer Safety ( $S_1$ )				
1.1. Отношение объема производства и потребления тепловой энергии / The ratio of production and consumption of thermal energy	$P_{1.1}$	$1,00 \leq x < 1,09$	$1,09 \leq x \leq 1,11$	$x < 1,00;$ $x > 1,11$
1.2. Потери тепловой энергии, % / Heat loss, %	$P_{1.2}$	$x < 9,18$	$9,18 \leq x \leq 10,87$	$x > 10,87$
1.3. Индекс цен на тепловую энергию / Heat Price Index	$P_{1.3}$	$x < 1,06$	$1,06 \leq x \leq 1,09$	$x > 1,09$
Промышленная безопасность ( $S_2$ ) / Industrial Safety ( $S_2$ )				
2.1. Степень износа основных фондов, % / The degree of depreciation of fixed assets, %	$P_{2.1}$	$x < 43,33$	$43,33 \leq x \leq 56,00$	$x > 56,00$
2.2. Уровень обновления основных фондов, % / The level of renewal of fixed assets, %	$P_{2.2}$	$x > 4,57$	$2,89 \leq x \leq 4,57$	$x < 2,89$
2.3. Темп прироста количества аварий в системе теплоснабжения, % / Growth rate of the number of accidents in the heat supply system, %	$P_{2.3}$	$x < -5,00$	$-5,00 \leq x \leq 9,68$	$x > 9,68$
Экономическая безопасность ( $S_3$ ) / Economic Security ( $S_3$ )				
3.1. Удельный вес убыточных организаций в общем количестве поставщиков тепловой энергии, % / Share of unprofitable organizations in the total number of heat energy suppliers, %	$P_{3.1}$	$x < 49,95$	$49,95 \leq x < 55,29$	$x \geq 55,29$
3.2. Уровень рентабельности затрат в системе теплоснабжения, % / The level of profitability of costs in the heat supply system, %	$P_{3.2}$	$x \geq 10,59$	$5,50 \leq x < 10,59$	$x < 5,50$
3.3. Удельный расход топлива при производстве тепловой энергии, кг / Гкал / Specific fuel consumption in the production of thermal energy, kg c.e. / Gcal	$P_{3.3}$	$x \leq 164,2$	$164,2 < x \leq 183,1$	$x > 183,1$
Экологическая безопасность ( $S_4$ ) / Environmental Safety ( $S_4$ )				
4.1. Удельный вес выбросов системы теплоснабжения в общей сумме выбросов от стационарных источников в атмосферу, % / Share of emissions from the heat supply system in the total amount of emissions from stationary sources into the atmosphere, %	$P_{4.4}$	$x < 27,11$	$27,11 \leq x < 31,31$	$x \geq 31,31$
4.2. Удельный вес доминирующего вида топлива в общем количестве топлива, потребляемого тепловой энергетикой, % / Share of the dominant type of fuel in the total amount of fuel consumed by the thermal power industry, %	$P_{4.2}$	$x \leq 50$	$50 < x \leq 60$	$x > 60$
4.3. Удельный вес топлива из возобновляемых источников энергии в общем количестве топлива для производства тепловой энергии, % / Share of fuel from renewable energy sources in the total amount of fuel for heat generation, %	$P_{4.3}$	$x > 5$	$1 \leq x \leq 5$	$x < 1$

**Этап 3.** Устанавливается порядок определения итогового уровня энергетической безопасности системы теплоснабжения:

- 1) рассчитывается значение каждого показателя методики оценки уровня ЭБСТ для анализируемой системы теплоснабжения;
- 2) определяется уровень значения каждого показателя;
- 3) устанавливается балльная оценка уровней по каждому показателю: нормальный уровень – 3 балла, предкризисный – 2 балла, кризисный – 1 балл;
- 4) итоговый показатель рассчитывается как сумма баллов по всем показателям:

$$S = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^3 P_{i,j}, \quad (2)$$

где  $S$  – сумма баллов оценки итогового показателя ЭБСТ;

$i$  – номер составляющей ЭБСТ;

$j$  – номер показателя методики оценки ЭБСТ;

$P_{i,j}$  – количество баллов по показателю методики оценки ЭБСТ.

Удельный вес каждого из двенадцати показателей в методике оценки уровня ЭБСТ считается равным 8,33 %;

5) итоговый уровень ЭБСТ определяется с применением нормального закона распределения для разграничения нормального, предкризисного и кризисного уровней: если сумма баллов составляет менее 31,74 % от максимума баллов – кризисный уровень ЭБСТ; от 31,74 % до 68,26 % от максимума баллов – предкризисный уровень ЭБСТ; от 68,26 % от максимума баллов – нормальный уровень ЭБСТ. Распределение баллов по уровням представлено в табл. 5.

Таблица 5 / Table 5  
Балльная оценка уровней ЭБСТ /  
Scoring ESHSS levels

Нормальный / Normal	Предкризисный / Pre-crisis	Кризисный / Crisis
$S \geq 25$	$12 \leq S < 25$	$S < 12$

Целесообразно использовать разработанную методику оценки ЭБСТ для прогнозирования потенциального уровня энергетической безопасности систем теплоснабжения по результатам предлагаемых механизмов и инструментов государственного воздействия.

Например, одним из действующих экономических механизмов в условиях значимости взаимосвязей экономики, социума и экологии выступает плата за негативное воздействие на окружающую среду (плата за НВОС). Плата за НВОС «представляет собой форму возмещения экономического ущерба от выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду» [3. С. 46]. Зарубежные исследователи отмечают, что экологические платежи повышают эффективность использования ресурсов и способствуют экономическому росту [15. С. 250].

Плату за НВОС можно охарактеризовать как негативную санкцию в связи с тем, что размер платы за НВОС напрямую зависит от объемов или массы выбросов определенных загрязняющих веществ, ставок платы за конкретное вещество, величины установленных нормативов загрязняющего воздействия. Вследствие этого организации, которые стремятся к оптимизации расходов в связи с сокращением негативного воздействия на окружающую среду, могут использовать различные возможности. Однако низкий удельный вес платы за НВОС в себестоимости произведенной тепловой энергии (менее 1 %) не может выступать единственным способом воздействия на решения экономических субъектов.

В связи с этим возникает необходимость снизить нормативы негативного воздействия и размещения отходов до минимального уровня для формирования у экономических субъектов в системе теплоснабжения материальной заинтересованности в переходе на использование возобновляемых источников энергии.

Основными преимуществами использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) являются их неисчерпаемый характер, экологическая чистота, широкая распространенность большинства ВИЭ, отсутствие угрозы недостаточности топлива, экономия в случаях необоснованных колебаний цен на ископаемое топливо [2. С.166].

Использование местных ВИЭ имеет экономическую целесообразность. Например, значительный удельный вес древесных отходов в качестве топлива для тепловой энергетики Иркутской области (около 28 %) обусловлен тем, что регион лидирует по объемам заготовки древесины [4. С. 128].

Следовательно, грамотное установление нормативов допустимого негативного воздействия и контроль их фактического соблюдения может создать необходимость использования в тепловой энергетике возобновляемых источников энергии. Наличие строгого экологического условия осуществления деятельности может выступить эффективным рычагом для проведения модернизации, реконструкции или строительства новых основных фондов источников теплоснабжения. Положительный экологический эффект будет заключаться в значительном снижении массы выбросов загрязняющих веществ.

**Заключение.** Для повышения эффективности государственного регулирования предлагаем использовать разработанную

методику оценки энергетической безопасности системы теплоснабжения при формировании программы развития ТЭК в части, относящейся к развитию систем теплоснабжения. Оценка уровня энергетической безопасности системы теплоснабжения необходима органам государственной власти, осуществляющим функции в сфере теплоснабжения, для разработки и реализации комплекса мероприятий, направленных на повышение существующего уровня ЭБСТ.

Использование предложенной методики при разработке программы позволит повысить эффективность принимаемых решений в области развития систем теплоснабжения, так как предложенные меры будут оценены с точки зрения влияния на уровень энергетической безопасности систем теплоснабжения.

---

#### Список литературы

---

1. Аверьянов В. К., Саркисов С. В., Корпусов А. Н., Валуйский В. А. Проблемы теплоснабжения с позиции энергетической безопасности // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2020. № 9–10. С. 8–15.
2. Анохов И.В., Астафьев С. А., Бураков В. И., Грушина О. В., Давыдова Г. В., Епифанцева Е. И., Каверзина Л. А., Колодин В. С., Кородюк И. С., Краснова Т. Г., Кубасова Т. И., Макарова Г. Н., Никольский А. Ф., Новикова И. Ю., Новикова Н. Г., Полякова Н. В., Пухова В. В., Русецкая Г. Д., Самаруха В. И., Светник Т. В., Суходолов А. П., Цвигун И. В., Шуплецов А. Ф. Актуальные вопросы экономического развития: промышленность, строительный комплекс, жилищно-коммунальное хозяйство: монография. Иркутск: Байкал. гос. ун-т, 2019. 290 с.
3. Богомолова Е. Ю., Кочетова К. А. Взаимосвязь платы за сверхнормативные загрязнения окружающей среды с затратами на очистку сточных вод при нефтепереработке // Государственный советник. 2019. № 1. С. 45–50.
4. Кархова С. А. Исследование структуры экспорта лесной продукции из Иркутской области // Фундаментальные исследования. 2018. № 6. С. 127–132.
5. Колодин В. С., Зайцева Е. Е. Эффективность использования инструментов государственного регулирования экономики в современной России // Baikal Research Journal. 2021. Т. 12, № 4. URL: <http://brj-bguer.ru/reader/article.aspx?id=24842> (дата обращения: 14.04.2022). Текст: электронный.
6. Малинин А. М., Чистович А. С., Эмиров И. Х. Энергетическая безопасность и живучесть систем теплоснабжения // Технико-технологические проблемы сервиса. 2013. № 1. С. 74–83.
7. Сендеров С. М., Рабчук В. И., Пяткова Н. И., Воробьев С. В. Обеспечение энергетической безопасности России: выбор приоритетов: монография. Новосибирск: Наука, 2017. 116 с.
8. Салина Т. К., Чайковская Д. Д. Сущность и содержание топливно-энергетического комплекса как экономической системы // Проблемы современной экономики. 2012. № 2. С. 316–321.
9. Семикашев В. В., Саенко В. В., Колпаков А. Ю. Совершенствование системы анализа энергетической безопасности России в контексте утверждения новой доктрины энергетической безопасности 2019 г. // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2020. № 18. С. 135–156.
10. Сендеров С. М., Рабчук В. И. Состояние энергетической безопасности России на федеральном уровне: методический подход к оценке и основные результаты // Известия Академии наук. Энергетика. 2018. № 2. С. 3–12.
11. Смирнова Е. М., Сендеров С. М. Анализ тенденций изменения состояния энергетической безопасности регионов на примере Сибирского федерального округа // Энергетическая политика. 2019. № 1. С. 64–71.
12. Русецкая Г. Д. Системный анализ в оценке механизма использования невозобновляемых и альтернативных источников энергии // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2016. Т. 26, № 4. С. 659–669.

13. Sarma H. Ch. International interdependence for energy security in present times // Сравнительная политика. 2020. № 4. С. 61–77.
14. Thaler R., Hofmann B. The impossible energy trinity: Energy security, sustainability, and sovereignty in cross-border electricity systems // Political Geography. 2022. № 94. P. 102579.
15. Shi H., Qiao Y., Shao X., Wang P. The effect of pollutant charges on economic and environmental performances: Evidence from Shanhong Province in China // Journal of Cleaner Production. 2019. № 232. P. 250–256.

**References**

1. Averianov V. K., Sarkisov S. V., Korpusov A. N., Valuysky V. A. *Voprosy oboronnoy tekhniki. Seriya 16. Tehnicheskie sredstva protivodeystviya terrorizmu* (Military Enginerry. Counter-terrorism technical devices. Issue 16), 2020, no. 9–10 (147–148), pp. 8–15.
2. Anokhov I.V., Astafyev S. A., Burakov V. I., Grushina O. V., Davydova G. V., Yepifantseva Ye. I., Kaverzina L. A., Kolodin V. S., Korodyuk I. S., Krasnova T. G., Kubasova T. I., Makarova G. N., Nikolskiy A. F., Novikova I. Yu., Novikova N. G., Polyakova N. V., Pukhova V. V., Rusetskaya G. D., Samarkha V. I., Svetnik T. V., Sukhodolov A. P., Tsvigun I. V., Shupletsov A. F. *Aktualnye voprosy ekonomicheskogo razvitiya: promyshlennost, stroitelny kompleks, zhilishchno-kommunalnoe hozyaystvo*. (Topical issues of economic development: industry, construction complex, housing and communal services). Irkutsk, Baikal State University, 2019. 290 p.
3. Bogomolova E. Yu., Kochetova K. A. *Gosudarstvenny sovetnik* (State counsellor), 2019, no. № 1, pp. 45–50.
4. Karhova S. A. *Fundamentalnye issledovaniya* (Fundamental research), 2018, no. 6, pp. 127–132.
5. Kolodin V. S., Zaytseva E. E. *Baikal Research Journal* (Baikal Research Journal), 2021, vol. 12, no. 4. Available at: <http://brj-bguer.ru/reader/article.aspx?id=24842> (date of access: 04/14/2022). Text: electronic.
6. Malinin A. M., Chistovich A. S., Emirov I. Kh. *Tehniko-tehnologicheskie problemy servisa* (Technical and technological problems of the service is), 2013, no. 1 (23), pp. 74–83.
7. Senderov S. M., Rabchuk V. I., Pyatkov N. I., Vorobiev S. V. *Obespechenie energeticheskoy bezopasnosti Rossii: vybor prioritetov* (Ensuring Russia's Energy Security: Selecting Priorities). Novosibirsk, Nauka, 2017. 116 p.
8. Salina T. K., Chaykovskaya D. D. *Problemy sovremennoy ekonomiki* (Problem of modern economics), 2012, no. 2, pp. 316–321.
9. Semikashev V. V., Saenko V. V., Kolpakov A. Yu. *Nauchnye trudy: Institut narodnohozyaystvennogo prognozirovaniya RAN* (Scientific Articles – Institute of Economic Forecasting Russian Academy of Science), 2020, no. 18, pp. 135–156.
10. Senderov S. M., Rabchuk V. I. *Izvestiya Akademii nauk. Energetika* (Proceedings of the Russian academy of sciences. Power engineering), 2018, no. 2, pp. 3–12.
11. Smirnova E. M., Senderov S. M. *Energeticheskaya politika* (Energy policy), 2019, no. 1, pp. 64–71.
12. Rusetskaya G. D. *Izvestiya Irkutskoy gosudarstvennoy ekonomicheskoy akademii* (News of the Irkutsk State Economics Academy), 2016, vol. 26, no. 4, pp. 659–669.
13. Sarma H. Ch. *Sravnitel'naya politika* (Comparative Politics Russia), 2020, no. 4, pp. 61–77.
14. Thaler R., Hofmann B. *Political Geography* (Political Geography), 2022, no. 94, p. 102579.
15. Shi H., Qiao Y., Shao X., Wang P. *Journal of Cleaner Production* (Journal of Cleaner Production), 2019, no. 232, p. 250–256.

**Информация об авторе****Information about the author**

**Берген Дарья Николаевна**, аспирант, кафедра отраслевой экономики и управления природными ресурсами, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Россия. Область научных интересов: экономика, управление предприятиями, отраслями, комплексами (промышленность, энергетика); региональная экономика; государственное регулирование экономики; энергетическая безопасность; теплоснабжение  
8bdn8@mail.ru

Darya Bergen postgraduate, Sectoral Economics and Natural Resource Management department, Baikal State University, Irkutsk, Russia. Scientific interests: economics, management of enterprises, industries, complexes(industry, energy); regional economics; state regulation of the economy; energy security; heat supply

**Для цитирования**

Берген Д. Н. Методические предложения по оценке и повышению энергетической безопасности систем теплоснабжения РФ // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 4. С. 65–72. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-65-72.

Bergen D. Methodological proposals for assessing and improving the energy security of heat supply systems in the Russian Federation // Transbaikal State University Journal, 2022, vol. 28, no. 4. 65–72. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-65-72.

Статья поступила в редакцию: 18.04.2022 г.  
Статья принята к публикации: 22.04.2022 г.

УДК 331  
DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-73-85

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЕМ И РАЗВИТИЕМ SOFT SKILLS ПЕРСОНАЛА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

### DEVELOPMENT OF A MANAGEMENT SYSTEM FOR THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF SOFT SKILLS OF PERSONNEL IN THE DIGITAL ECONOMY

**Д. Ю. Воронова,**  
Санкт-Петербургский  
государственный морской  
технический университет,  
г. Санкт-Петербург,  
D.Y.Voronova@yandex.ru

**D. Voronova,**  
St. Petersburg State Marine  
Technical University, St. Petersburg



**С. С. Марченко,**  
Санкт-Петербургский  
государственный морской  
технический университет,  
г. Санкт-Петербург,  
march-serr@yandex.ru

**S. Marchenko,**  
St. Petersburg State Marine Technical  
University, St. Petersburg



**В** условиях цифровизации современная экономика обуславливает необходимость значительных изменений. *Объектом исследования* является система управления формированием и развитием soft skills персонала предприятия в условиях цифровой экономики. *Предмет исследования* – структура soft skills персонала предприятия, сформированная с учетом требований цифровой экономики. *Цель исследования* – обосновать разработку системы управления формированием и развитием soft skills персонала предприятия в соответствии с требованиями и условиями цифровой экономики, интегрированной в систему управления персоналом предприятия. Задачи исследования: обозначить основные тенденции и требования к современному работнику на рынке труда, обусловленные цифровизацией экономики; провести обзор точек зрения ученых на определение понятия soft skills; выявить значимость данных навыков для развития национальной экономики в условиях цифровизации; выявить предпосылки для создания системы управления формированием и развитием soft skills персонала на уровне службы системы управления персоналом и охарактеризовать ее элементы. *Методология и методы исследования*: к основным методам исследования, используемым в работе, относятся анализ и осмысливание открытой источниковой базы по проблеме исследования; анализ цифровых трансформаций и основных трендов на рынке труда; теоретический обзор точек зрения ученых на определение понятия «soft skills», анализ входящих в него составляющих, моделирование, системный подход и принципы общей теории управления к формированию и развитию «soft skills» при реализации функций управления персоналом с применением сквозных технологий. Выявлены основные тенденции и изменения, происходящие на рынке труда под влиянием цифровизации экономики, выдвигающие новые требования к значимости компетенций персонала, связанные с умением использовать цифровые технологии, способностью к адаптивности и выстраиванию эффективных коммуникаций, принятию решений в быстро меняющейся среде. Обозначена ключевая роль soft skills в структуре компетенций сотрудника в условиях стремительных информационных и технологических изменений и сокращения жизненного цикла профессий. Приведен обзор различных точек зрения ученых на определение понятия soft skills, на основе которого проведена их систематизация и распределение по функциям менеджмента и управления персоналом для выбора соответствующих сквозных технологий для их формирования и развития. Обоснована необходимость и разработана система управления формированием и развитием soft skills персонала предприятия, интегрированная в систему управления персоналом. Предложены варианты реализации функций управления формированием и развитием soft skills персонала с использованием сквозных технологий

**Ключевые слова:** цифровая экономика, soft skills, система управления, формирование и развитие soft skills персонала предприятия, сквозные технологии, основные тенденции, эффективная коммуникация, компетенции, жизненный цикл профессий, менеджмент

The article identifies the main trends and changes taking place in the labor market under the influence of digitalization of the economy, putting forward new requirements for the importance of personnel competencies related to the ability to use digital technologies, the ability to adapt and build effective communications, decision-making in a rapidly changing and uncertain environment. The object of the study is the management system for the formation and development of soft skills of enterprise personnel in the digital economy. The subject of the research is the structure of enterprise personnel soft skills, formed taking into account the requirements of the digital economy. The purpose of the research is to substantiate the management system development for the formation of soft skills of enterprise personnel in accordance with the requirements and conditions of the digital economy, integrated into the human resource management system of the enterprise. The research objectives: to identify the main trends and requirements to the modern employee in the labor market, due to the digitalization of the economy; to review the views of scientists on the definition of soft skills; to identify the importance of these skills for the development of the national economy under conditions of digitalization; to identify the prerequisites for creating a management system for the formation and development of soft skills personnel at the level of human resources management system and to characterize its elements. The main research methods used in the work include the analysis and comprehension of the open source base on the research problem; analysis of digital transformations and the main trends in the labor market; theoretical review of scientists' views on the definition of "soft skills", analysis of its components, modeling, system approach and principles of general management theory to the formation and development of "soft skills" when implementing personnel management functions using end-to-end technologies. The key role of soft skills in the structure of employee competencies in the conditions of rapid information and technological changes and the shortening of the life cycle of professions is outlined. The review of various points of view of scientists on the definition of soft skills is carried out, on the basis of which their systematization and distribution by functions of management and personnel management for the selection of appropriate end-to-end technologies for their formation and development is carried out. The necessity is substantiated and a management system for the formation and development of soft skills of the company's personnel integrated into the personnel management system is developed. The variants of implementing the functions of managing the formation and development of soft skills of personnel using end-to-end technologies are proposed

**Keywords:** Digital economy, soft skills, management system, formation and development of soft skills of enterprise personnel, end-to-end technologies, main trends, effective communication, competencies, life cycle of professions, management

---

**Введение.** Современная экономика, активно развивающаяся в последнее десятилетие в условиях цифровизации, обуславливает необходимость трансформации всех происходящих процессов. Изменения, безусловно, повлияли на состояние и развитие рынка труда – структуру спроса, форматы занятости, модели и содержание работы, что привело к переосмыслению соотношения значимости определенных компетенций персонала. Это касается так называемых *soft skills*, или «мягких» навыков, не «закрепленных» за конкретной профессией, позволяющих работнику получить конкурентные преимущества. К ним относятся умение использовать цифровые технологии, адаптивность, способность выстраивать эффективные коммуникации и принимать решения в быстро меняющейся среде и др.

На мировом рынке труда все большее развитие приобретает концепция «человекоцентризма». Важность человеческих ресурсов, как ключевого элемента в развитии цифровой экономики, подчеркивается в Фе-

деральной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» [2].

Внедрение элементов цифровой экономики во все сферы деятельности ведет к значительным изменениям бизнес-процессов предприятий, а также возникновению новых профессий – биофармаколог, системный биотехнолог, ИТ-медик, урбанист-эколог, архитектор «энергонулевых» домов, архитектор живых систем и др. [8]. Обратной стороной происходящих изменений является высвобождение человеческих ресурсов. Существует риск того, что отдельные виды человеческой деятельности, которые можно алгоритмизировать, исчезнут, они будут автоматизированы. Так, по прогнозам McKinsey Global Institute, из-за по- всеместной роботизации к 2055 г. сокращению подлежат около 50 % рабочих мест [15].

Однако роль человека и в новых условиях остается первостепенной. Его главная задача состоит в принятии творческих решений, на которые не способен искусственный интеллект. В перспективе сформируются три класса профессий:

1) профессии, которые опираются на социальные и когнитивные способности, связанные с автоматизацией;

2) новые профессии, ключевая роль в которых будет отведена инноваторам-разработчикам цифровых продуктов;

3) операторы, обслуживающие продукты цифровизации [6].

Малоэффективные рабочие места и персонал будут заменены [7].

**Актуальность.** Жизненный цикл профессий постоянно сокращается. Информация и технологии стремительно устаревают. Это приводит к тому, что специальные навыки устаревают быстрее, чем длится обучение им в вузах. При этом встает вопрос о соответствии рабочей силы, требованиям современного цифрового мира [6]. Чтобы ориентироваться в быстроменяющейся среде и быть востребованным на рынке труда, современному человеку необходимо обладать определенными навыками и развивать их в течение всей профессиональной деятельности. Для этого проводятся научно-образовательные мероприятия, реализуются программы повышения квалификации с участием ведущих университетов и экспертов в области цифровизации.

На уровне служб управления персоналом предприятия создаются системы управления формированием и развитием soft skills, что будет способствовать повышению эффективности профессиональной деятельности сотрудников и конкурентоспособности предприятия в целом.

**Объектом исследования** является система управления формированием и развитием soft skills персонала предприятия в условиях цифровой экономики.

**Предмет исследования** – структура soft skills персонала предприятия, сформированная с учетом требований цифровой экономики.

**Цель исследования** – обосновать разработку системы управления формированием и развитием soft skills персонала предприятия в соответствии с требованиями и условиями цифровой экономики, интегрированной в систему управления персоналом предприятия.

**Задачи исследования:**

– обозначить основные тенденции и требования к современному работнику на рынке труда, обусловленные цифровизацией экономики;

– провести обзор точек зрения ученых на определение понятия soft skills;

– выявить значимость данных навыков для развития национальной экономики в условиях цифровизации;

– выявить предпосылки для создания системы управления формированием и развитием soft skills персонала на уровне службы системы управления персоналом и характеризовать ее элементы.

**Методология и методы исследования.**

К основным методам исследования, используемым в работе, относятся анализ и осмысление открытой источниковой базы по проблеме исследования; анализ цифровых трансформаций и основных трендов на рынке труда; теоретический обзор точек зрения ученых на определение понятия «soft skills», анализ входящих в него составляющих, моделирование, системный подход и принципы общей теории управления к формированию и развитию «soft skills» при реализации функций управления персоналом с применением сквозных технологий.

**Разработанность темы.** Проблеме формирования и развития soft skills персонала в новых условиях цифровизации экономики посвящены публикации следующих российских и зарубежных исследователей: М. И. Беркович, В. Давидовой, Ю. М. Давлетшиной, И. В. Додориной, Ф. Зеер, А. И. Ивониной, Е. С. Патутиной, Л.П. Синяевой, Л. Н. Степановой, В. Шипилова, И. И. Черкасовой, Л. В. Чернецовой, О. Л. Чулановой, А. А. Яновской, Т. А. Ярковой и др.

Анализ научных взглядов позволил заключить, что в науке отсутствует однозначное определение термина, характеризующего навыки, необходимые сотрудникам в условиях цифровой экономики, а также их классификация. В публикациях делается акцент на том, что в условиях цифровизации экономики на первый план выходят надпрофессиональные или кросс-контекстные навыки, или soft skills – «мягкие», «гибкие» навыки, которые не «закреплены» за конкретной профессией, как hard skill («жёсткие навыки»), но позволяют работнику получить конкурентные преимущества. Soft skills связывают с личностными качествами работника и степенью развития социальных навыков и способностей (адаптация, эффективная коммуникация, умение работать в команде, эмоциональный интеллект и т. п.), а также способностями прини-

мать решения, брать на себя ответственность, быть дисциплинированным.

К *hard skills* относят специфические знания и умения для конкретных профессий, базовые профессиональные навыки, которые за 7...10 лет устаревают. Для освоения новых знаний и навыков профессионалам нужны

*soft skills*. Также для повышения эффективности деятельности необходимы умение работать с информацией, коммуникационные навыки, навыки самоорганизации, творческие способности.

В табл. 1 представлены определения *soft skills*, данные различными авторами.

Таблица 1 / Table 1

*Различные точки зрения авторов на определение понятия и составляющие soft skills /  
The authors' different points of view on the definition of the concept and components of soft skills*

Источник / Source	Определение / Definition
Е. Гайдученко, А. Марушев / E. Gaiduchenko, A. Marushev	Навыки, помогающие успешно доносить свои идеи, быстро находить общий язык с окружающими, заводить и поддерживать связи; они связаны с тем, как люди взаимодействуют между собой и необходимы как для повседневной жизни, так и для работы [9] / Skills that help you successfully communicate your ideas, quickly find a common language with others, make and keep connections; they are related to how people interact with each other and are necessary for both everyday life and work
В. А. Давидова, Л. В. Чернцова / V. A. Davydova, L. V. Chernetsova	Качества, обеспечивающие эффективное и гармоничное взаимодействие с другими людьми; приобретенные навыки, полученные человеком посредством личного жизненного опыта и дополнительного образования, используемые им для дальнейшего развития в профессиональной деятельности [5] / Qualities that ensure effective and harmonious interaction with other people; acquired skills acquired by a person through personal life experience and additional education, used by him for further development in professional activities
О. В. Бурдюгова, О. Н. Коркешко, Н. С. Федченко / O. V. Burdyugova, O. N. Korkeshko, N. S. Fedchenko	Личные качества, навыки межличностного общения и дополнительные знания. К первой группе относятся креативность; критическое мышление; тайм-менеджмент; уважение к культуре других народов; этикет и хорошие манеры; ответственность; честность; чувство собственного достоинства; сочувствие. Ко второй – коммуникативные навыки; навыки разрешения конфликтов; умение работать в команде; рабочая этика. К третьей – проект-менеджмент; искусство ведения переговоров; навыки решения проблем; бизнес-менеджмент [10] / Personal qualities, interpersonal communication skills and additional knowledge. The first group includes creativity; critical thinking; time management; respect for the culture of other nations; etiquette and good manners; responsibility; honesty; self-esteem; empathy. To the second – communication skills; conflict resolution skills; ability to work in a team; work ethic. To the third – project-management; the art of negotiation; problem-solving skills; business management
А. И. Ивонина, О. Л. Чулanova, Ю. М. Давлетшина / A. I. Ivonina, O. L. Chulanova, Yu. M. Davletshina	Социально-трудовая характеристика совокупности знаний, умений, навыков и мотивационных характеристик работника в сфере взаимодействия между людьми; умения убеждать и вести переговоры; управлять своим временем; эмоционального интеллекта; лидерства, которые позволяют успешно выполнять работы, соответствующие требованиям должности и стратегическим целям предприятия; это характеристика качеств, характеризующих практически все элементы готовности персонала к эффективному труду в заданной ситуации на рабочем месте в трудовом коллективе [11] / Social and labor characteristics of the totality of knowledge, skills, skills and motivational characteristics of an employee in the field of interaction between people; the ability to convince and negotiate; manage their time; emotional intelligence; leadership, which allow them to successfully perform work that meets the requirements of the position and the strategic goals of the enterprise; this is a characteristic of qualities that characterize almost all elements of staff readiness for effective work in a given situation at the workplace in the workforce
П. В. Коркешко / P. V. Korkushko	Врожденные и приобретенные компетенции, формируемые с через личный опыт, с помощью дополнительного образования, участия в деятельности общественных организаций. Это коммуникативные навыки; критическое мышление; лидерство; навыки работы в команде; самоорганизация и др. [1] / Innate and acquired competencies formed through personal experience, with the help of additional education, participation in the activities of public organizations. These are communication skills; critical thinking; leadership; teamwork skills; self-organization, etc.
С. Мамаева / S. Mamaeva	Личностные качества, которые обеспечивают самостоятельность принятия решений и управление [12] / Personal qualities that ensure independence of decision-making and management

Окончание табл. 1

Л. П. Синяева, И. В. Додорина, Е. С. Патутина / L. P.Sinyaeva, I. V. Dodorina, E. S. Patutina	Навыки, которые позволили человеку пройти трансформацию от состояния «придаток машины» к состоянию «творца». К числу актуальных компетенций этого класса относятся адаптивность и готовность к изменениям; способность к сотрудничеству и работе в команде; умение убеждать; креативность во всех сферах бизнеса; эмоциональный интеллект [13] / Skills that allowed a person to undergo a transformation from the state of «appendage of the machine» to the state of «creator». The relevant competencies of this class include adaptability and readiness for change; the ability to cooperate and work in a team; the ability to convince; creativity in all areas of business; emotional intelligence
O. B. Сосницкая / O. V. Sosnitskaya	Коммуникативные и управленческие таланты, к которым относятся умение управлять, убеждать, быть лидером, создавать презентации, разрешать конфликты, находить подход к людям – общечеловеческие качества и навыки, не присущие людям определенной профессии [3] / Communicative and managerial talents, which include the ability to manage, convince, be a leader, create presentations, resolve conflicts, find an approach to people – universal qualities and skills that are not inherent in people of a certain profession
T. Я. Яркова / T. Ya . Yarkova	Доминирующие умения современной личности, к которым относятся: умение находить и обрабатывать информацию; коммуникативные навыки; открытость новому и умение в нем ориентироваться; активность и «критичный характер мышления; желание и стремление постоянно самосовершенствоваться и др.» [4] / The dominant skills of a modern personality, which include: the ability to find and process information; communication skills; openness to new things and the ability to navigate in it; activity and «critical nature of thinking; the desire and desire to constantly improve themselves, etc.»

На основе обобщения данных табл. 1 можно сделать вывод, что *soft skills*:

1) могут быть врожденными и приобретенными;

2) необходимы для успешного выполнения работы и развития в профессиональной деятельности;

3) включают коммуникативные навыки и навыки работы в команде; навыки самоорганизации и самоконтроля; эмоциональный интеллект; адаптивность; готовность к изменениям; способность к обучению; креативность; критическое мышление и др.

Значимость *soft skills* подчеркивается отечественными и зарубежными учеными. От *soft skills* во многом зависит успех профессиональной деятельности сотрудников, результаты их труда и всей компании.

Наличие у сотрудников определенных навыков позволит организовать их деятельность и нивелировать риски неэффективного использования персонала на предприятии.

В условиях цифровизации национальной экономики, выдвигающей новые требования к компетенциям персонала и уровню их подготовки, необходимы коренные изменения, направленные на развитие *soft skills* сотрудников посредством комплексных мероприятий при участии государства, образовательных учреждений, работодателей и работника. В отечественной литературе немного трудов по развитию *soft skills* работников предприятий в рамках служб управления персоналом, особенно с применением цифровых техноло-

гий, отсутствует механизм реализации программ развития навыков совместно со всеми заинтересованными участниками.

В этой связи необходимы систематизация направлений и способов развития персонала, разработка на уровне службы управления персоналом предприятия системы управления формированием и развитием актуальных навыков у сотрудников, способствующих быстрому внедрению инноваций в различные сферы национальной экономики с использованием цифровых технологий, учитывая рост экономической изоляции РФ в условиях санкций и развития импортозамещения.

**Результаты исследования.** Описанные тенденции на рынке труда в условиях цифровизации экономики приводят к переосмыслению профессионально-квалификационной структуры сотрудников. Отпадает ее «привязка» к *hard skills*, к «профессиональной идентификации» сотрудника, возникает необходимость в постоянном переобучении персонала и развитии *soft skills*. Современные организации нуждаются в новом типе сотрудников с гибким мышлением. Ценным становятся не те работники, которые много знают, а те, которые умеют быстро реагировать на изменения, эффективно учиться, выстраивать коммуникации, развиваться сами и развивать свою компанию, внедрять в бизнес-процессы свои идеи и нестандартные решения.

Проведя анализ определений и составляющих *soft skills*, можно сделать вывод, что

soft skills – это набор компетенций и качеств, которыми должен обладать любой сотрудник, это управленческие навыки, используемые в процессе реализации функций специалиста. Любой сотрудник, обладая данными навыками, становится менеджером осуществляемых им процессов, «архитектором» своего будущего и будущего своей страны.

В табл. 2 представлена авторская структура soft skills и осуществлено их распределение по функциям менеджмента.

осуществляемых процессов либо по созданию новых; выработка и принятие решений;

г) адаптивность – готовность и способность к изменениям (своих целей, установок, планов, действий под воздействием изменившейся среды); способность к необходимости обучению, обусловленному изменениями; гибкость мышления.

2. Функция организации:

а) навыки самоорганизации или self-менеджмент: умение эффективно организо-

Таблица 2 / Table 2

*Структура soft skills в рамках реализации процесса управления /  
Soft skills structure as part of the management process implementation*

Функции менеджмента / Management functions	Группы soft skills / Soft skills groups
Планирование / Planning	Информационные навыки / Information skills Навыки планирования и целеполагания / Planning and goal-setting skills Критическое мышление и умение решать проблемы / Critical thinking and problem solving skills Адаптивность / Adaptability
Организация / Organization	Навыки самоорганизации / Self-organization skills Умение распределять ресурсы / Ability to allocate resources
Мотивация / Motivation	Активная позиция и вовлеченность в организационные процессы / Active position and involvement in organizational processes Приверженность идеям и ценностям компании / Commitment to the company's ideas and values
Руководство / Guide	Навыки лидерства / Leadership Skills
Координация / Coordination	Коммуникативные навыки и навыки работы в команде / Communication and teamwork skills
Контроль / Control	Навыки самоконтроля, самоанализа и самооценки / Communication and teamwork skills

Дадим характеристику представленным в табл. 2 группам soft skills.

#### 1. Функция планирования:

а) информационные навыки представляют собой умение сотрудников работать с информацией, осуществлять ее сбор, анализ и оценку, делать выводы и правильно применять в своей профессиональной деятельности, цифровая грамотность и т. п.;

б) навыки планирования и целеполагания – способность сотрудника ставить перед собой цели (личные и профессиональные) на различные временные периоды и разрабатывать способы их достижения;

в) критическое мышление и умение решать проблемы – способность анализировать, обосновывать принимаемые решения; системное мышление; логическое мышление; креативное (нестандартное) мышление в любой сфере деятельности, способность генерировать и продвигать идеи по развитию

вать свою работу и членов команды за счет тайм-менеджмента (управление своим временем), умение работать в режиме «много-задачности»;

б) умение распределять ресурсы – навыки правильного распределения ресурсов (материальных, трудовых, финансовых, информационных) по выполняемым задачам для своевременного их осуществления.

#### 3. Функции мотивации:

а) активная позиция и вовлеченность в организационные процессы – активность в достижении поставленных целей, нон-конформизм (независимость собственного мнения), постоянное стремление к самосовершенствованию и совершенствованию команды, процессов;

б) приверженность идеям и ценностям компании – знание ценностей компании, рассмотрение себя с ней как единого целого, заинтересованность в эффективных личных и

организационных результатах деятельности.

4. Функция руководства: навыки лидерства – способность принимать решения и контролировать реализацию задач, разрешать конфликты между людьми, умение делегировать работу, наставничество, ответственность, решительность.

5. Функция координации: коммуникативные навыки и навыки работы в команде – эффективное доведение информации до собеседника; умение убеждать и вести переговоры, публично выступать; способность к сотрудничеству и установлению связей; отзывчивость; умение находить подход к людям, разрешать конфликты, осуществлять межкультурную коммуникацию; способность к эффективным устным, письменным и электронным коммуникациям; эмоциональный интеллект – способность понимать чужие чувства и контролировать свои.

6. Функция контроля: навыки самоконтроля, самоанализа, самооценки – навыки контроля собственных достижений, рефлексии полученных результатов; стрессоустойчивость – способность справляться со стрессом, сохраняя работоспособность; навыки управления собственным развитием.

Проблема формирования и развития навыков персонала, необходимых для успешной деятельности в условиях цифровой экономики, носит сложный и слабоструктурированный характер, при этом необходимо учесть множество внешних и внутренних факторов, влияющих на достижение конечной цели – повышение качества полученных персоналом навыков, поэтому для ее решения требуется применение системного подхода (рис. 1). В основе модели «черного ящика», представленной на рис. 1, лежат системный подход и принципы общей теории управления, являющиеся универсальным инструментарием [14].

На «входе» в систему находится проблема – потребность в формировании и развитии soft skills, необходимых персоналу для



Рис. 1. Система управления формированием и развитием soft skills у персонала организации / Fig. 1. The management system for the formation and development of soft skills among the organization's personnel

успешной работы в организации в быстроменяющихся условиях цифровой экономики, а также различные виды обеспечения (методическое, информационное, ресурсное, нормативно-правовое и др.) для ее решения.

Объектом управления в представленной модели является персонал организации, которому нужно сформировать и развить soft skills. Соответственно, система управления ориентирована на качественный «выход» (результат), а именно: повышение качества сформированных у персонала навыков. Оценка полученного результата будет проводиться на основе «критериев», выраженных в KPI – количественных и качественных показателях (повышение уровня удовлетворенности сотрудников и производительности труда, снижение текучести кадров, сокращение

ние времени на выполняемые процессы, повышение уровня компетентности персонала, количество и качество инновационных предложений от персонала организации и др.).

Центральным элементом процесса формирования и развития *soft skills* персонала являются субъекты управления – руководители структурных подразделений, менеджеры различных уровней управления и в большей степени служба управления персоналом. Данные субъекты должны быть заинтересованы в формировании и развитии *soft skills* у персонала и повышении качества данных процессов. Субъектом управления для реализации указанной цели используется определенный инструментарий (научные подходы, принципы, методы управления персоналом, в частности для формирования и развития *soft skills*); реализуются «функции» (кадровое планирование и обеспечение персоналом, оценка и аттестация персонала, развитие персонала, управление коммуникациями, организация труда и мотивация персонала), которые адаптируются под современные условия цифровой экономики; используется оптимальный тип структуры управления персоналом, основанный на принципах децентрализации управления и адаптации к внешним условиям.

В рассматриваемой системе управления ключевую роль играют технологии оценки, формирования и развития *soft skills*. В экономической литературе подробно представлен инструментарий, используемый для этого службами управления персоналом (метод оценки 360°, оценочная технология ассессмент-центр, интервьюирование, тестирование, кейсовые задания, тайм-менеджмент, тимбилдинг, решение кейсов, задач, головоломок; коуч-сессии, тренинги; коммуникативные, ролевые игры; групповые дискуссии и др. [9]. Технологии, используемые службой управления персоналом, в условиях цифровой экономики требуют трансформации за счет применения сквозных технологий, таких как:

а) «большие данные» (Big Data) – информационные системы сбора и обработки информации о потенциальных и реальных со трудниках, рынке труда;

б) интернет вещей (IoT) – различные датчики и носимые устройства, собирающие

информацию о состоянии работников, например, применяемые в сфере охраны труда;

в) искусственный интеллект – информационные системы, моделирующие некоторые виды мозговой деятельности человека, в частности – анализ и принятие решений;

г) новые способы коммуникации, позволяющие взаимодействовать сотрудникам в удаленном режиме – цифровые приложения управления командами, он-лайн совещания и конференции;

д) VR и AR-технологии – виртуальная и дополненная реальность, посредством которой моделируются процессы в пространстве и во времени;

е) системы распределенного реестра (блокчейн) для обеспечения безопасности хранения и передачи информации о сотрудниках и др.

Данные технологии называются сквозными, так как они являются универсальными, их можно применять в различных сферах деятельности, включая управление персоналом.

Катализатором внедрения цифровых технологий явился мировой экономический кризис, вызванный пандемией COVID-19, введением санкций, закрытием границ, необходимостью развития импортозамещения. Это обуславливает пересмотр всего процесса управления персоналом – от рекрутмента до увольнения. Существующие модели управления персоналом организаций требуют цифровой трансформации, разработки и внедрения на основе цифровых технологий новых стратегий, способствующих формированию деловой команды, развитию коммуникаций, инновационного потенциала и конкурентоспособности предприятия.

Цифровая экономика, с одной стороны, выдвигает требования к формированию навыков у персонала, с другой стороны, позволяет использовать цифровые инструменты и технологии для их развития, на основе принципов геймификации, сбора и систематизации необходимой информации, ее визуализации и развития творческого потенциала персонала.

Различные варианты и результаты реализации функций управления персоналом для формирования и развития *soft skills* с использованием сквозных технологий представлены в табл. 3.

Таблица 3 / Table 3

*Варианты и результаты реализации функций управления персоналом для формирования и развития soft skills с использованием сквозных технологий / Options and results of personnel management functions' implementation for the soft skills formation and development using end-to-end technologies*

<b>Функции управления персоналом / Personnel management functions</b>	<b>Возможные варианты реализации функций с использованием сквозных технологий / Possible options for implementing functions using end-to-end technologies</b>	<b>Результаты (KPI) / Results (KPI)</b>	<b>Развитие навыков / Skill development</b>
Кадровое планирование и обеспечение персоналом / HR planning and staffing	Предложение искусственного интеллекта (ИИ) нанять нового сотрудника, выбрав его на HR-портале по необходимым навыкам; предварительный анализ резюме кандидатов и оценка их качества; прогнозирование успеха кандидата по заданным критериям. Он-лайн собеседования с кандидатом посредством видео-конференций. Оценка нагрузки сотрудников, планирование трафика работы и выходных, расстановка приоритетов в задачах с помощью цифровых приложений для управления командами / The offer of artificial intelligence (AI) to hire a new employee by selecting him on the HR portal according to the necessary skills; preliminary analysis of candidates' resumes and assessment of their quality; forecasting the candidate's success according to the specified criteria. Online interviews with candidates via video conferences. Assessing the workload of employees, planning work schedules and weekends, prioritizing tasks using digital applications for team management	Сокращение времени на обработку и анализ данных о кандидатах. Повышение информированности об изменениях на рынке труда и своевременное реагирование на них. Повышение качества планирования работы персонала, адекватное распределение задач / Reduction of time for processing and analysis of candidate data. Raising awareness of changes in the labor market and responding to them in a timely manner. Improving the quality of staff work planning, adequate distribution of tasks	Информационные навыки. Навыки планирования и целеполагания. Критическое мышление и умение решать проблемы. Адаптивность. Коммуникативные навыки и навыки работы в команде / Information skills, Planning and goal-setting skills. Critical thinking and problem solving skills. Adaptability. Communication and teamwork skills
Оценка и аттестация персонала / Evaluation and certification of personnel	Оценка кандидатов (проверка навыков, стрессоустойчивости, способности к обучаемости) с помощью ИИ и VR-технологий / Evaluation of candidates (testing skills, stress tolerance, learning ability) using AI and VR technologies	Снижение кадровых рисков, связанных с неадекватной оценкой персонала. Снижение страха персонала при прохождении оценки / Reduction of personnel risks associated with inadequate personnel assessment. Reducing the fear of the staff when passing the assessment	Критическое мышление и умение решать проблемы. Навыки самоорганизации, самоконтроля / Critical thinking and problem solving skills. Skills of self-organization, self-control

Окончание табл. 3

Функции управления персоналом / Personnel management functions	Возможные варианты реализации функций с использованием связанных технологий / Possible options for implementing functions using end-to-end technologies	Результаты (KPI) / Results (KPI)	Развитие навыков / Skill development
<p>Развитие персонала (развитие и построение профессиональной карьеры, обучение, адаптация и стажировка) / Personnel development (development and building of a professional career, training, adaptation and internship)</p> <p>Выявление ИИ необходимости обучения персонала, наставничества, формирование программ обучения под индивидуальный профиль сотрудников, VR-обучение и тренинги для сотрудников. Виртуальные экскурсии для новичков в целях их адаптации.</p> <p>Автоматизация коммуникационных задач для адаптации / Identification And necessity of staff training, mentoring. Formation of training programs for the individual profile of employees. VR-training and trainings for employees. Virtual excursions for beginners in order to adapt them. Automation of communication tasks for adaptation to adapt them. Automation of communication tasks for adaptation to adapt them. Automation of communication tasks for adaptation to adapt them.</p>	<p>Повышение удовлетворенности сотрудников от обучения. Увеличение уровня удержания знаний. Рост скорости обучения. Сокращение времени ввода новичка в работу, повышение его лояльности к компании, снижение риска ошибок с его стороны / Increase employee satisfaction from training. Increasing the level of retention of knowledge. The growth of the learning rate. Reducing the time of entry of a beginner into work, increasing his loyalty to the company, reducing the risk of mistakes on his part</p>		<p>Вовлеченность в организационные процессы, приверженность компании. Информационные навыки. Навыки лидерства, уверенность в обсуждаемых вопросах и выполняемых действиях. Коммуникативные навыки / Involvement in organizational processes, commitment to the company. Information skills. Leadership skills, confidence in the issues discussed and the actions performed. Communication skills</p>
<p>Управление бизнес-коммуникациями / Business Communications Management</p>	<p>Он-лайн совещания, конференции с помощью цифровых платформ и VR-технологий. Определение ИИ необходимости сотруднику положительной обратной связи в конце временного периода. Подготовка повестки для встречи менеджера и сотрудника / Online meetings, conferences using digital platforms and VR technologies. Determining the AI of the employee's need for positive feedback at the end of the time period. Preparation of an agenda for a meeting between a manager and an employee</p>		<p>Сокращение времени на решение организационных задач. Рост социально-психологических показателей. Улучшение обратной связи и взаимопонимания в команде / Reduction of time for solving organizational tasks. The growth of socio-psychological indicators. Improving feedback and mutual understanding in the team</p>
<p>Организация труда и мотивация персонала / Labor organization and staff motivation</p>	<p>Организация деятельности и управление командами на удаленной основе с помощью цифровых приложений. Предоставление ИИ актуальных данных для разработки KPI и отслеживания их выполнения, рекомендаций по организации работы / Organizing activities and managing teams remotely using digital applications. Providing up-to-date data for the development of KPs and tracking their implementation, recommendations for the organization of work</p>		<p>Активная позиция и вовлеченность в процессы. Приверженность идеям и ценностям компании / Active position and involvement in processes. Commitment to the company's ideas and values</p>

Внедрение сквозных технологий в процессы управления персоналом позволит сформировать и развить навыки управления персоналом, обеспечивающие его вовлеченность в организационные процессы, повышение производительности труда, генерацию нестандартных решений и разработку инноваций в условиях цифровой экономики.

На процесс формирования и развития *soft skills* персонала компании оказывает влияние «внешняя среда», которую условно можно разделить на макросреду, в которой приоритетную роль для решения исследуемой проблемы играют нормативно-правовые, политические, экономические, социальные, научно-технические и другие факторы; микросреду – институциональная инфраструктура, образовательные учреждения, разработчики ИТ-продуктов и т. д.

Важным элементом рассматриваемой модели является «обратная связь», позволяющая на «выходе» оценить уровень развития навыков по названным «критериям» и, в случае недостижения цели, внести в «процесс» те или иные корректизы.

**Заключение.** В условиях цифровизации экономики и трансформации всех происходящих в ней процессов возрастает роль персонала, формирования и развития у него требуемых навыков, не привязанных к конкретной профессиональной деятельности – *soft skills*. К таким навыкам нами отнесены информаци-

онные, навыки планирования и целеполагания, критическое мышление и умение решать проблемы, адаптивность, навыки самоорганизации, умение распределять ресурсы, активная позиция и вовлеченность в организационные процессы, приверженность идеям и ценностям компании, навыки лидерства, коммуникативные навыки и навыки работы в команде, навыки самоконтроля, самоанализа и самооценки. Обладая данными навыками и развивая их в течение всей профессиональной деятельности, современный сотрудник становится менеджером осуществляемых им процессов, «архитектором» своего будущего и востребованным специалистом на рынке труда. Ключевую роль при этом играет управления персоналом предприятия.

Для решения одной из актуальных задач службы управления персоналом в сложившихся условиях предложена модель системы управления формированием и развитием *soft skills* персонала предприятия, позволяющая структурировать данные процессы, сделать их гибкими, прозрачными, управляемыми и повысить их эффективность. Использование современных цифровых технологий при реализации модели позволит обеспечить повышение качества сформированных навыков персонала и улучшить как личные KPI сотрудников, так и наиболее эффективное достижение целей компании.

---

#### Список литературы

---

1. Атлас новых профессий. URL: [https://skolkovo.ru/public/media/documents/research/sedec/SKOLKOVO\\_SEDeC\\_Atlas.pdf](https://skolkovo.ru/public/media/documents/research/sedec/SKOLKOVO_SEDeC_Atlas.pdf) (дата обращения: 23.03.2022). Текст: электронный.
2. Бурдюгова О. В., Коркешко О. Н., Федченко Н. С. Модель развития «Soft Skills» (мягких навыков) у руководителей организаций средств размещения // Актуальные вопросы экономических наук: сб. материалов V Междунар. очно-заоч. науч.-практ. конф. (Москва, 22 декабря 2018 г.). Москва: Империя, 2018. С. 119–126.
3. Воронова Д. Ю. Компетентностно-логистический подход к менеджменту образовательного процесса в вузе // Устойчивое развитие экономики: международные и национальные аспекты: сб. ст. III Междунар. науч.-практ. онлайн-конф. (г. Новополоцк, 18–19 апреля 2019 г.). Новополоцк: Полоцк. гос. ун-т, 2019. С. 831–837.
4. Гайдученко Е., Марушев А Эмоциональный интеллект. URL: <http://l-a-b-a.com/lecture/show/99> (дата обращения: 23.03.2022). Текст: электронный.
5. Давидова В. Слушать, говорить и договариваться: что такое soft skills и как их развивать. URL: <http://theor-yandpractice.ru/posts/11719-soft-skills> (дата обращения: 23.03.2022). Текст: электронный.
6. Ивонина А. И., Чулanova О. Л., Давлетшина Ю. М. Современные направления теоретических и методических разработок в области управления: роль soft skills и hard skills в профессиональном и карьерном развитии сотрудников // Науковедение. 2017. № 1. С. 1–18. URL: <http://naukoveendie.ru/PDF/90EVN117.pdf> (дата обращения: 23.03.2022). Текст: электронный.
7. Каuffman Н. Ю. Генезис конфликтов развития рынка труда в условиях цифровой экономики // Вестник управления. 2019. № 5. С. 16–22. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38096811> (дата обращения: 23.03.2022). Текст: электронный.

8. Коркушко П. В. Soft skills: понятие и примеры идентификации в системе управления персоналом // Материалы XXIII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти академика М. Ф. Решетнева / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова (г. Красноярск, 11–15 ноября 2019 г.): в 2 ч. Красноярск: Сиб. гос. ун-т науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева, 2019. Ч. 1. С. 554–556.
9. Мамаева С. Предпринимательство как особый вид деятельности. URL: <https://helpiks.org/5-63733.html> (дата обращения: 23.03.2022). Текст: электронный.
10. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации»: [утв. распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р]. URL: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79l5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (дата обращения: 23.03.2022). Текст: электронный.
11. Синяева Л. П., Додорина И. В., Патутина Е. С. Soft skills как вариант решения проблем развития управления персоналом на транспорте // Вестник Самарского государственного университета путей сообщения. 2020. № 3. С. 55–59.
12. Сорокопуд Ю. В., Амчиславская Е. Ю., Ярославцева А. В. Soft skills («мягкие навыки») и их роль в подготовке современных специалистов // Мир науки, культуры, образования. Горно-Алтайск: Мир науки, культуры, образования, 2021. 1. С. 194–196. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44819860> (дата обращения: 23.03.2022). Текст: электронный.
13. Цифровая Россия: новая реальность / Digital/McKinsey. URL: <http://www.tadviser.ru/images/c/c2/Digital-Russia-report.pdf> (дата обращения: 23.03.2022). Текст: электронный.
14. Яновская А. А. Новые профессии рынка труда в условиях цифровизации // Управление человеческими ресурсами – основа развития инновационной экономики: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. Красноярск: СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2020. Ч. 1. С. 208–211.
15. Яркова Т. А., Черкасова И. И. Формирование гибких навыков у студентов в условиях реализации профессионального стандарта педагога // Вестник Тюменского государственного университета. Гуманитарные исследования. Humanitates. 2016. Т. 2, № 4. С. 222–234.

## References

---

1. *Atlas novyh professiy* (Atlas of New professions) Available at: [https://skolkovo.ru/public/media/documents/research/sedec/SKOLKOVO\\_SEDeC\\_Atlas.pdf](https://skolkovo.ru/public/media/documents/research/sedec/SKOLKOVO_SEDeC_Atlas.pdf) / (date of access: 03/23/2022). Text: electronic.
2. Burdyugova O. V. *Aktualnye voprosy ekonomicheskikh nauk*: sb. materialov V Mezhdunar. ochno-zaoch. nauch.-prakt. konf. (Topical issues of economic sciences: collection of materials of the V International full-time scientific and Practical Conference). Moscow, 2018, pp. 119–126.
3. Voronova D. Yu. *Ustoychivoe razvitiye ekonomiki: mezhdunarodnye i natsionalnye aspekty*: sb. st. III Mezhdunar. nauch.-prakt. online konf. (Sustainable economic development: International and national aspects: electron. collection of articles of the III International Scientific and Practical Online Conference), Novopolotsk, 2019, pp. 831–837.
4. Gajduchenko E. Marushev A. *Emotsionalny intellekt* (Emotional intelligence). Available at: <http://l-a-b-a.com/lecture/show/99/> (date of access: 03/23/2022). Text: electronic.
5. Davidova V. *Slushat, gorovit i dogovarivatsya: chto takoe soft skills i kak ih razvivat* (Listen, talk and negotiate: what are soft skills and how to develop them). Available at: <http://theor-yandpractice.ru/posts/11719-soft-skills/> (date of access: 03/23/2022). Text: electronic.
6. Ivronina A. I., Chulanova O. L., Davletshina Yu. M. Naukovedenie (Science Studies), 2017, no 1, P. 1–18. Available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/90EVN117.pdf> (date of access: 03/23/2022). Text: electronic.
7. Kaufman N. Yu. *Vestnik upravleniya. Gosudarstvenny universitet upravleniya* (State University of Management), 2019, no 5, P. 16–22. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38096811> (date of access: 03/23/2022). Text: electronic.
8. Korkushko P.V. *Materialy XXIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashchennoj pamjati akademika M.F. Reshetneva* (Materials of the XXIII International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of the Academician M.F. Reshetnev). Krasnoyarsk: Sib. State University of Science and Technology named after acad. M. F. Reshetnev, 2019, pp. 554–556.
9. Mamaeva S. *Predprinimatelstvo kak osoby vid deyatelnosti* (Entrepreneurship as a special type of activity). Available at: <https://helpiks.org/5-63733.html> / (date of access: 03/23/2022). Text: electronic.
10. *Programma «Tsifrovaya ekonomika Rossii*: [utv. rasporyazheniyem Pravitelstva RF ot 28 iyulya 2017 g. № 1632-р] (Program “Digital Economy of the Russian Federation”: [approved. Decree of the Government of the Russian Federation of July 28, 2017 No. 1632-р]). Available at: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79l5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> / (date of access: 03/23/2022). Text: electronic.
11. Sinyaeva L. P., Dodorina I. V., Patutina E. S. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshchenija* (Bulletin of the Samara State University of Railway Transport), 2020, no 3, pp. 55–59.

12. Sorokopud Yu. V., Amchislavskaya E. Yu., Yaroslavtseva A. V. *Mir nauki, kultury, obrazovaniya* (World of Science, culture, education). Gorno-Altaysk, 2021, no 1, pp. 194–196. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44819860> ((date of access: 03/23/2022). Text: electronic.
13. *Tsifrovaya Rossiya: novaya realnost* (Digital Russia: a new reality). Available at: <http://www.tadviser.ru/images/c/c2/Digital-Russia-report.pdf> (date of access: 03/23/2022). Text: electronic.
14. Yanovskaya A. A. *Upravlenie chelovecheskimi resursami – osnova razvitiya innovatsionnoy ekonomiki: materialy IX Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* (Human resource management – the basis for the development of an innovative economy: materials of the IX International Scientific and Practical Conference). Krasnoyarsk: Siberian State University named after M. F. Reshetnev, 2020, Part 1, pp. 208–211.
15. Yarkova T. A. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta* (Bulletin of the Tyumen State University), 2016, vol. 2, no 4, pp. 222–234.

---

#### Информация об авторе

---

Воронова Диана Юрьевна, канд. экон. наук, доцент ВАК, доцент кафедры управления судостроительным производством, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, г. Санкт-Петербург, Россия. Область научных интересов: управление персоналом, логистика  
D.YVoronova@yandex.ru

Марченко Сергей Сергеевич, канд. экон. наук, доцент ВАК, доцент кафедры управления судостроительным производством, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, г. Санкт-Петербург, Россия. Область научных интересов: экономика судостроительной промышленности, модернизация судов  
march-serr@yandex.ru

---

#### Information about the author

---

Diana Voronova, candidate of economic sciences, associate professor, assistant professor, State Marine Technical University, St. Petersburg State Marine Technical University, St. Petersburg, Russia. Scientific interests: personnel management, logistics

Sergey Marchenko, candidate of economic sciences, associate professor, assistant professor, St. Petersburg State Marine Technical University, St. Petersburg, Russia. Scientific interests: economics of the shipbuilding industry, modernization of ships

---

#### Для цитирования

---

Воронова Д. Ю., Марченко С. С. Разработка системы управления формированием и развитием soft skills персонала в условиях цифровой экономики // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 4. С. 73–85. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-73-85.

Voronova D., Marchenko S. Development of a management system for the formation and development of soft skills of personnel in the digital economy // Transbaikal State University Journal, 2022, vol. 28, no. 4, pp. 73–85. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-73-85.

Статья поступила в редакцию: 08.04.2022 г.

Статья принята к публикации: 19.04.2022 г.

УДК 339.94:346.34  
 DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-86-95

## ПРИМЕНЕНИЕ МИРОВОГО ОПЫТА ЕРСМ-КОНТРАКТОВ В РОССИИ

### PROBLEMS OF APPLYING THE WORLD EXPERIENCE OF EPCM CONTRACTS IN RUSSIA



**А. Г. Глебова,**  
Финансовый университет при  
Правительстве РФ, г. Москва  
AGGlebova@fa.ru

**A. Glebova,**  
Financial University under the  
Government of the Russian  
Federation, Moscow



**И. А. Васильев,**  
АО РОСЭКСИМБАНК,  
г. Москва  
vasilyevivan174@gmail.com

**I. Vasiliev,**  
EXIMBANK of Russia,  
Moscow

**В** современном мире наиболее распространенный вид договоров при реализации крупных инфраструктурных проектов в различных сферах – контракты EPC/EPCM (engineering, procurement, construction, management). Для отечественной практики это сравнительно новые инструменты. Особый интерес для российских подрядчиков представляет EPCM-контракт. Помимо очевидных достоинств, среди которых можно выделить комплексность предоставляемого решения для заказчика, нивелирование рисков в случае использования EPC-контракта, отсутствие необходимости поиска и работы с большим количеством субподрядчиков, следует отметить полезность подобной формы взаимодействия для увеличения иностранных инвестиций, модернизации отечественной экономики: увеличения экспорта высокотехнологичной продукции и присутствия российских предприятий на зарубежных рынках. *Объектом исследования являются российские предприятия высокотехнологичной промышленности, предметом – выявление возможностей EPCM-контрактов и их применения в рамках реализации высокотехнологичных проектов российскими подрядчиками. Цель исследования – выявить проблемы, вызывающие отставание российских инжиниринговых компаний в рамках реализации инфраструктурных EPCM-проектов в высокотехнологичной промышленности, и разработать варианты их решения.* В ходе исследования авторы применяли следующие методы: комплексный подход, системный и логический анализ экономических явлений, метод сравнительного анализа. Авторами сгруппированы факторы, затрудняющие подписание EPCM-контрактов российскими подрядчиками, определены риски реализации подобных проектов. Выделены ключевые направления по упразднению проблем, связанных с реализацией инфраструктурных проектов в России. При сравнительном анализе российской и международных практик заключения EPCM-контрактов можно выделить существенные отличия в подходах к выполнению заказа и распределению ответственности сторон. Ключевым фактором подобного различия является российская модель саморегулирования инженерного дела. Считаем, что в российском законодательстве необходимо согласовать структурные изменения в подходах к заключению подобных контрактов, утвердить четкий перечень обязательств сторон по контракту формы EPCM и утвердить отсутствие возможности внесения ключевых изменений в контракт, в том числе касающихся цены и объема выполняемых работ

**Ключевые слова:** EPC-контракт, EPCM-контракт, инфраструктурный проект, управление проектом, высокотехнологичное производство, экспортный потенциал, инжиниринг, инжиниринговые компании, промышленность, Россия

**N**owadays the most common type of contracts for the implementation of large infrastructure projects in various fields are EPC/EPCM contracts (engineering, procurement, construction, management). However, these are new tools for domestic practice. The EPCM contract is of particular interest to Russian contractors. Among the obvious advantages, among which we can highlight the complexity of the solution provided for the customer, leveling risks in the case of using an EPC contract, the absence of the need to search and work with many subcontractors, the authors can note the usefulness of such a form of interaction for increasing foreign investment, modernizing the domestic economy: increasing exports of high-tech products and the presence of Russian enterprises in foreign markets. *The purpose of the presented research is to identify the problems that cause the backlog of Russian engineering companies in the implementation of infrastructure EPCM projects in the high-*

tech industry, and to develop ways to solve them. *The object of the research* is Russian enterprises of the high-tech industry; *the aim* is to identify the possibilities of EPCM contracts and their application in the framework of the implementation of high-tech projects by Russian contractors. When conducting the research, the authors used *the following research methods*: a complex approach, a systematic and logical analysis of economic phenomena, a method of comparative analysis. The authors grouped the factors that complicate the signing of EPCM contracts by Russian contractors, identified the risks of implementing such projects. The key directions for the elimination of problems associated with the implementation of infrastructure projects in Russia are highlighted. In a comparative analysis of the Russian and international practices of concluding EPCM contracts, it is possible to identify significant differences in the approaches to order fulfillment and the distribution of responsibility of the parties. The key factor of such a difference is the Russian model of self-regulation of engineering. The authors believe that in the Russian legislation it is necessary to coordinate structural changes in approaches to the conclusion of such contracts, approve a clear list of obligations of the parties under the EPCM form contract and approve the absence of the possibility of making key changes to the contract, including those related to the purpose and scope of work performed

**Key words:** EPC contract, EPCM contract, infrastructure project, project management, high-tech production, export potential, engineering, engineering companies, industry, Russia

---

**Введение.** Развитие экспорта высокотехнологичной продукции и увеличение темпов роста несырьевого и неэнергетического экспорта является одним из приоритетных векторов модернизации российской экономики. Достижение данной цели предполагает применение комплекса мер по урегулированию деятельности высокотехнологичных производств, развитию экспортного потенциала российской высокотехнологичной продукции и в том числе стимулированию деятельности высокотехнологичных компаний.

В этой связи изучение практического применения инфраструктурных проектов в России, в том числе ввиду масштабного увеличения числа EPCM-контрактов (engineering, procurement and construction management) во всем мире, является актуальным. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 июля 2013 г. № 1300-р утвержден план мероприятий «дорожная карта» в области инжиниринга и промышленного дизайна, включающего сокращение отставания Российской Федерации от развитых стран в сфере EPCM-компетенций для выполнения высокотехнологичных проектов в металлургии, химии и иных отраслях обрабатывающей промышленности.

Объектом исследования являются российские предприятия высокотехнологичной промышленности, предметом – выявление возможностей EPCM-контрактов и их применения в рамках реализации высокотехнологичных проектов российскими подрядчиками.

Цель исследования – выявить проблемы, вызывающие отставание российских

инжиниринговых компаний в рамках реализации инфраструктурных EPCM-проектов в высокотехнологичной промышленности, и разработать пути их решения.

На разных стадиях исследования применялись следующие методы: комплексный подход, системный и логический анализ экономических явлений, метод сравнительного анализа.

**Разработанность проблемы.** Выбор конкретной стратегии для реализации проекта является ключевым как для самого предприятия, так и для инвесторов. Существует множество вариаций контрактных моделей, все они имеют как положительные, так и отрицательные особенности. На практике в большей степени используются следующие модели [4]:

1) TDBB (traditional design-bid-build) – традиционный метод реализации проекта, когда несколько различных подрядчиков выполняют работу последовательно, по итогу завершения предыдущего этапа строительства;

2) PCM (project, construction, management) – контрактный метод, при котором исполнитель предоставляет услуги по управлению строительством объекта;

3) EPC (engineering, procurement, construction) – метод предусматривает предоставление подрядчиком инжиниринговых услуг, помимо этого предполагается строительство и поставка сырья и оборудования;

4) EPCM (engineering, procurement, construction, management) – метод, позволяющий Заказчику заключать контракт с подрядчиком на выполнение полного комплекса

строительных, административных, в том числе обслуживающих работ в рамках реализации инфраструктурного проекта.

В данной статье мы остановимся на возможностях ЕPCM-контрактов и их применении в рамках реализации высокотехнологичных проектов российскими подрядчиками.

Внедрение ЕPC-контрактов началось с XIX в. в Европе и активно используется при реализации инфраструктурных проектов в различных сферах. Особенности работы в рамках контрактов ЕPC и ЕPCM рассматривают такие зарубежные ученые, как P. Loots, N. Henchie [10], D. Charrett [9], J. Van Dyk [12], B. Baydemir, B. B. Goksu [8] и др., а также российские ученые В. Ю. Линник, Ю. Н. Линник [4], А. А. Лазник [3; 4], Н. Г. Уразова, А. О. Галаган [7], Д. Акишин [1], Я. М. Жаззан [2] и др.

ЕPCM представляет договор «полного цикла», предусматривающий поставку инженерных, строительных, консалтинговых и административных услуг для реализации конкретного проекта «под ключ», предоставляя заказчику полный спектр работ, начиная от поставки оборудования и сырья, заканчивая обслуживанием готового объекта по итогу осуществления его сдачи-приемки. Отличительными особенностями такого вида контрактов является:

- фиксированная цена (может быть пашальной);
- конкретизированные границы ответственности заказчика и контрактора (исполнителя по договору);
- непосредственное участие контрактора во всех этапах строительства без привлечения заказчика.

Подход ЕPC имеет как преимущества, так и недостатки. Преимуществом данного подхода является то, что условия контракта дают подрядчику возможность осуществлять больше контроля, в то время, как заказчик, не участвуя в процессе, в него вовлечен посредством консультирования инженерами-консультантами. Это означает, что финансовые последствия и риски в рамках реализации проекта лежат на инженерах-консультантах, а не на заказчике. В то же время, когда инженеры-консультанты берут на себя риск, это повышает общую стоимость проекта (рис. 1).

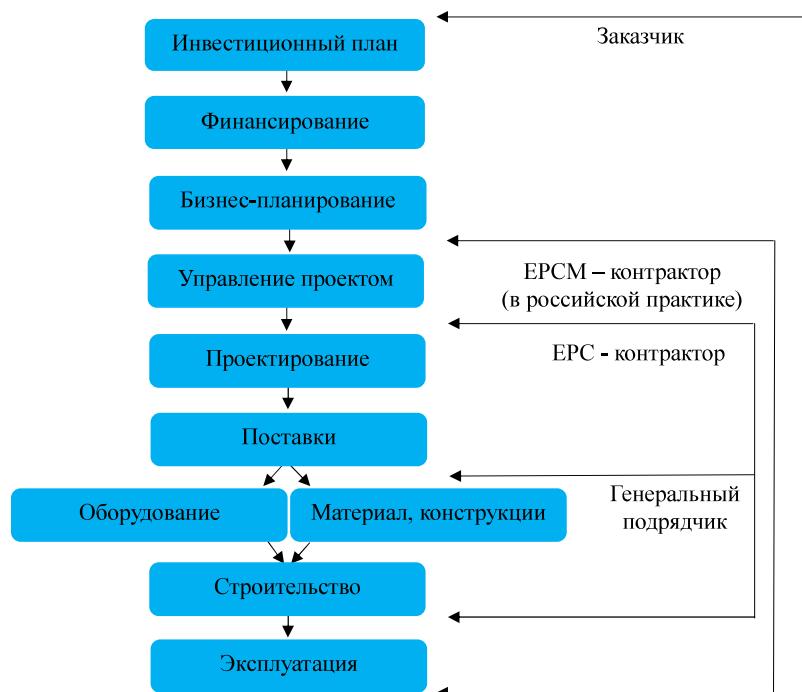
При описании проекта ЕPC требует от подрядчика и заказчика серьезной контрактной работы. В связи с тем, что клиент уже не может внести значительные корректировки

после подписания контракта, необходимо учитывать минимум возможных к изменению факторов, что не всегда комфортно для реализации инновационных или специализированных проектов. Помимо этого, у заказчика в рамках контракта нет возможности повлиять на финансовые решения подрядчика, говоря о закупках и т. д., что является положительным фактором для подрядчика, который может способствовать развитию и реализации продукции дружественных и знакомых ему предприятий, с которыми у него был успешный опыт взаимодействия. Это может способствовать как более качественной реализации проекта, так и комфортному выходу на новые рынки сбыта предприятий, которые только начали экспортную деятельность, а также в целом способствовать развитию новых компаний, готовых рекомендовать себя в качестве ответственных подрядчиков.

Основным преимуществом ЕPCM, по сравнению с ЕPC, для заказчика является его вовлеченность в реализацию проекта. В большей степени это подходит для проектов, где предполагается внесение корректировок по ходу их реализации. Соответственно, это может сократить издержки, влечет больше времени и усилий со стороны заказчика. Важно изначально четко обозначить ответственность сторон (заказчика, подрядчика и консалтинговой компании) для того, чтобы избежать впоследствии недопонимания.

Формат ЕPCM-контракта видится крайне эффективным способом реализации крупных инфраструктурных проектов в различных сферах. Помимо очевидных достоинств, среди которых можно выделить комплексность предоставляемого решения для заказчика, нивелирование рисков в случае использования ЕPC контракта, отсутствие необходимости поиска и работы с большим количеством субподрядчиков, следует отметить полезность подобной формы взаимодействия для увеличения иностранных инвестиций, модернизации отечественной экономики: увеличения экспорта высокотехнологичной продукции и присутствия российских предприятий на зарубежных рынках.

Подобные контракты в России начали использоваться в конце XX в., однако в развитии данной сферы до сих пор нет существенных сдвигов. Подобный вид контрактов для российского рынка остается малоизученным. Требуются комплексные доработки



*Рис. 1. Схема модели реализации инфраструктурного проекта и этапы работы участников /  
Fig. 1. The implementation model of the infrastructure project and the stages of work of the participants*

в области регулирования подобных договоров в рамках российского законодательства. В отношениях, возникающих на основе ЕПС, подрядчик остается уязвимым и имеет колоссальное количество рисков, что не позволяет большому количеству инжиниринговых компаний, потенциально готовых к работе в рамках ЕПСМ, предоставлять такие услуги на российском и зарубежном рынке. На рис. 2 представлена разбивка рисков реализации контрактов на основе ЕПСМ и факторов, их вызывающих.

Часть рисков может быть снята благодаря применению соответствующих стратегий и моделей управления рисками, например, предложенными в [5].

Возможность грамотно сформулировать предложение и структурно оценить стоимость проекта – залог успешной реализации любого инфраструктурного проекта. Ведущим звеном в достижении этой цели является выбор надежных поставщиков, координация и надлежащий контроль за исполнением проекта. В этой связи, успешное выполнение ЕПСМ-подрядчиком заказа во многом зависит от долгой плодотворной работы по согласованию технических, финансовых и организационных положений контракта

с заказчиком. Большая часть операционных, управлеченческих и инженерных рисков может быть превентивно урегулирована на стадии согласования условий будущего контракта и передачи заказчиком всей имеющейся информации о месте стройки, особенностях законодательства и технических норм и требований.

Заключая инфраструктурный контракт, заказчик рассчитывает на максимальный контроль над реализацией проекта, будучи при этом максимально защищенным, «держа на себе» минимальное число рисков, перекладывая их на генерального подрядчика. В таком случае именно зависимость цены контракта от рисков ведет к выбору ценообразования. Далее представлены несколько видов ценообразования [11]:

1) фиксированная цена (Lump-sum) – типовая вариация ЕПС-контракта, когда вся ответственность лежит на подрядчике, в то время как заказчик, сопроводив техническое задание полной имеющейся у него информацией, не оказывает влияние на технические решения генерального подрядчика;

2) затраты и вознаграждение (Cost-reimbursable) – следующий вид ценообразования строится на перераспределении рисков и це-

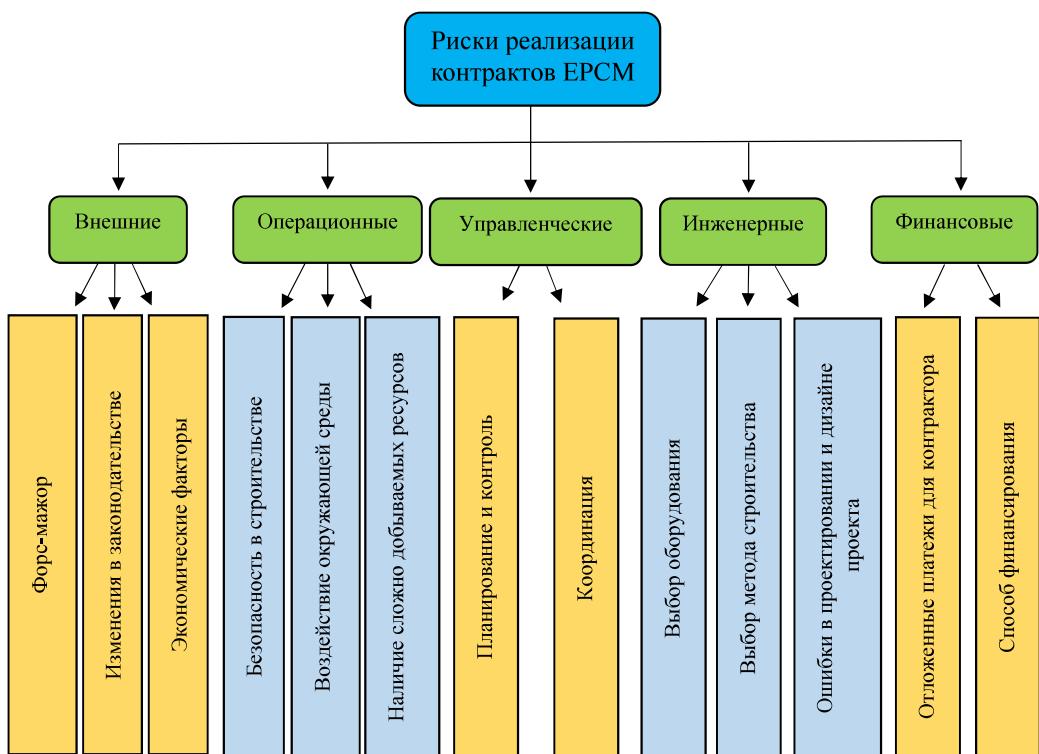


Рис. 2. Категории и факторы рисков при реализации инфраструктурных проектов на основе ЕПСМ /  
Fig. 2. Categories and risk factors in the implementation of infrastructure projects based on EPCM

ны в зависимости от активности заказчика в проекте;

3) единичные расценки (Unit Prices) – подобный вариант применим, когда затраты на проект конкретизировать проблематично. Исполнитель подряда в таком случае отчитывается перед заказчиком, предоставляемая информацию о затраченных человеко-часах, аренде для каждого типа техники и т. д.;

4) помимо этого, у подрядчика есть возможность предоставить итоговую стоимость проекта, опираясь на согласованные методики сметного ценообразования, указав стоимость дополнительных расходов, которые не предусмотрены сметой.

Таким образом, использование модели ЕПСМ в чистом виде на практике труднореализуемо и может быть успешно завершено лишь при детальном анализе, исходя из условий применимости конкретного проекта. Гибкий подход во взаимоотношении сторон в случае ЕПСМ позволит более прозрачно и структурно подходить к взаимоотношению сторон в сфере перераспределения рисков и установления стоимости контракта.

Российские юристы отмечают, что «до сих пор деятельность инженера не была квалифицирована как вид экономической деятельности и не входила в российский ОКВЭД (в то время как в отдельных странах доход от оказания инжиниринговых услуг составляет 20 % от ВВП)» [6]. Российская модель саморегулирования инженерного дела несовместима с моделью, принятой в странах ВТО. В России нет законодательного закрепления понятия «ЕПС-контракт». В рамках российского законодательства подобные контракты являются «гибридными», споры по ним рассматриваются с учетом условий по различным видам договоров, присутствующих в ЕПС контракте, что значительно затрудняет деятельность российских компаний как на внутреннем рынке, так и за рубежом.

Важной проблемой в работе российских поставщиков строительных, инженерных и управлеченческих услуг является отсутствие опыта структурирования контрактов ЕПСМ. Эксперты выделяют несколько ошибок, встречающихся при подписании ЕПС-контрактов в России [2]:

1) отсутствие согласованности в рамках обязательств заказчика для реализации инфраструктурного проекта. Помимо финансового вознаграждения, заказчик должен передать подрядчику всю имеющуюся информацию о проекте. Для сохранения сроков реализации и качества итогового объекта весомую часть составляют обязательства заказчика в сфере предоставления площади, подъездных дорог и т. д.;

2) несогласованность сроков реализации. Если согласование сроков к моменту подписания договора невозможно, необходимо учесть пересекательную дату;

3) при заключении договора с иностранной компанией имеются существенные различия в методах отечественного и зарубежного инжиниринга, что ведет к необходимости унификации требований и норм;

4) многоэтапность получения согласований для применения зарубежного оборудования и закупок значительно удлиняет сроки проекта;

5) российские подрядчики сталкиваются с большими трудностями, оценивая реальные сроки, затраты и риски в рамках контракта, что в свою очередь вытекает из отсутствия опыта;

6) большое количество штрафов и пени сдерживает западных подрядчиков;

7) прочее.

В то же время, при заключении договора с иностранными заказчиками российским инжиниринговым игрокам стоит акцентировать внимание на ряде императивных норм российского права, резко контрастирующих с типовыми условиями инфраструктурных контрактов, утвержденными международными организациями, например:

1) риск случайной гибели в российском праве лежит на подрядчике до сдачи объекта или определенного этапа работ заказчиком (п.1. ст. 741 ГК РФ), также при просроченных сроках сдачи работ. Риск случайной гибели несет сторона, допустившая просрочку, в то время как, по мнению Международной федерации инженеров-консультантов (FIDIC), риск случайной гибели ложится на заказчика после сдачи любой части работ;

2) FIDIC запрещает отступления от согласованной технической документации, в то время как в российском праве подрядчик может предусмотреть незначительные отступления;

3) по FIDIC, исполняющий подрядчик должен следовать праву заказчика вносить корректировки в техническую документацию, в то время как в российском законодательстве изменения могут вноситься только по согласованию сторон (п.1. ст. 744 ГК РФ);

4) в рамках российского права подрядчик может вносить корректировки по цене, опираясь на необходимость проведения дополнительных работ (п. 5 ст. 709 ГК РФ) или при внешних факторах, вызывающих рост цен на отдельные материалы (п.6. ст. 709 ГК РФ), когда по FIDIC изменения в согласованную стоимость контракта могут быть внесены только при внешних форс-мажорных обстоятельствах, связанных с изменениями в законодательстве;

5) как отмечают российские эксперты, «в практике заключения российских инфраструктурных контрактов технический заказчик – инженер является представителем заказчика, когда по FIDIC инженер действует в качестве арбитра между сторонами» [3].

При сравнительном анализе российской и международных практик заключения EPCM контрактов можно выделить существенные отличия в подходах к выполнению заказа и распределению ответственности сторон. В большей степени это связано с укрепившимися устоями российской практики работы с инфраструктурными проектами, которая берет начало в период советской стройки. Ключевым фактором подобного различия является российская модель саморегулирования инженерного дела. В российском законодательстве необходимо согласовать структурные изменения в подходах к заключению подобных контрактов, утвердить четкий перечень обязательств сторон по контракту формы EPCM и утвердить отсутствие возможности внесения ключевых изменений в контракт, в том числе касающихся цены и объема выполняемых работ. В то же время, российским подрядчикам следует помнить, что договор может быть признан недействительным в случае несогласованности в части сроков реализации контракта. Существенное отставание в цифровизации российского производства, зависимость от зарубежных технологий, а также постепенно сокращающееся количество научных и инженерных кадров, компетентных внедрять необходимые технологии для модернизации производства, также усугубляют положение российского рынка EPCM.

Для сокращения отставания Российской Федерации от развитых стран в части EPCM – компетенций видится необходимым развитие института EPCM-подрядчика (рис. 3), ставящего целью налаживание взаимодействия между государством и бизнесом, увеличение компетенций подрядчиков, разработку норм и правил для внедрения в типовую документацию.

Одной из задач данного института должно быть создание квазигосударственного предприятия, специализирующегося на реализации инфраструктурных проектов. Это позволит государству оперативно и более точно реагировать на изменяющуюся конъектуру рынка международного инжиниринга, обеспечивать надлежащее решение по спорам, возникающим в ходе реализации подобных проектов, а также эффективно стимулировать данную область.

Одной из компаний, расширяющих институт, является действующее с 2014 г. первое профессиональное объединение – Национальная Ассоциация инженеров-консультантов в строительстве (НАИКС), с 2017 г. ставшее полноправным членом FIDIC, целью которого является гармонизация рынка российских инженерных и консультационных услуг с международными стандартами. НАИКС

в своей деятельности способствует эффективному выбору оптимальной контрактной формы, адаптации российских инжиниринговых компаний, заключающих контракты с иностранными заказчиками, а также гармонизации нормативно-правового поля понятия инженер-консультант с международными стандартами.

Лишь небольшая доля секторов российской экономики имеет мощные инжиниринговые компании полного цикла – атомная промышленность, среди них ОАО «Нижегородская инжиниринговая компания «АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ»), нефтегазохимическая промышленность – ООО «Стройгазмонтаж» и железнодорожное строительство – ООО «РЖД Интернешнл». Одними из крупных проектов в данных областях являются:

- Проект строительства энергоблоков № 7 и 8 Тяньваньской АЭС в рамках подписанныго в 2018 г. межправительственного договора и рамочного контракта между Инжиниринговым дивизионом Госкорпорации «Росатом» и китайскими предприятиями корпорации CNNC;

- реализация финского проекта строительства одноблочной АЭС «Ханхикиви-1» с реактором ВВЭР-1200 под руководством компаний Госкорпорации «Росатом»;

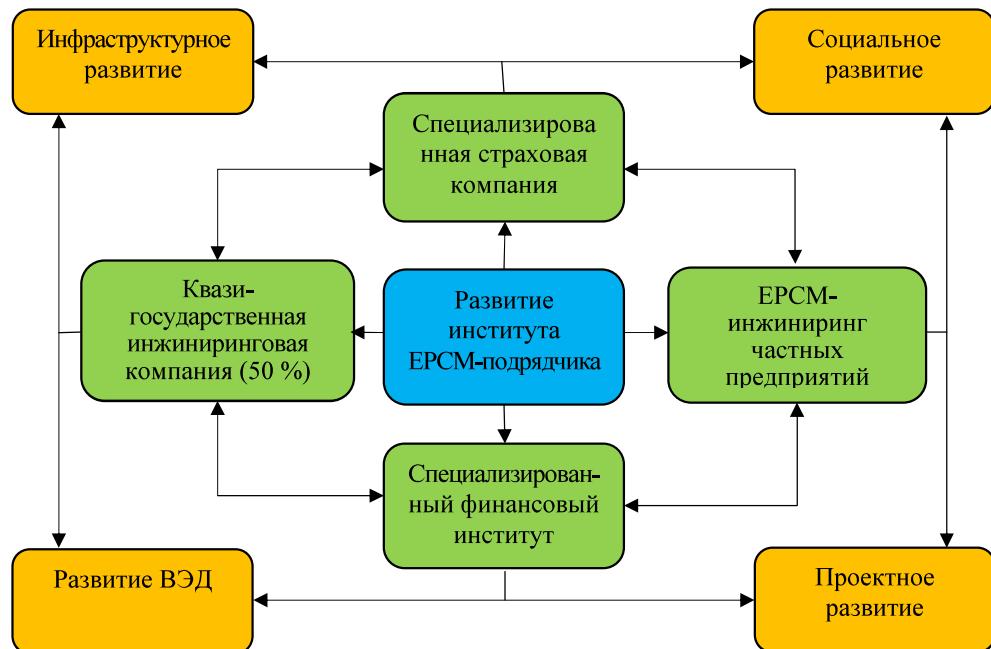


Рис. 3. Схема развития института EPCM-подрядчика /  
Fig. 3. Development scheme of the EPCM Contractor Institute

– реализация проекта по восстановлению и модернизации кубинской железнодорожной инфраструктуры, заключенный между ООО «РЖД Интернешнл» и Союзом Железных Дорог Кубы «Железные дороги Кубы» общей стоимостью до 1,9 млрд евро;

– Генеральное соглашение, подписанное между холдингом ОАО «РЖД» и АО «Железные дороги Сербии» в 2012 г., на строительство и модернизацию железнодорожной инфраструктуры в Сербии.

На роль ЕPCM-подрядчика в большей степени привлекаются зарубежные предприятия, доля отечественных ЕС-контракторов в инвестициях едва превышает 20...25 % [1]. Владельцами инновационных технологий,

использующихся в строительстве, являются иностранные контрагенты. Крупнейшие российские компании в таких контрактах обычно выступают субподрядчиками 3-го уровня и ниже.

Отечественным подрядчикам необходимо наращивать соответствующие компетенции, в этом поможет стимулирование НИОКР и развитие собственных технологий. Опыт может быть приобретен при создании совместных компаний с зарубежными партнерами с регистрацией их на территории Российской Федерации. В таблице представлены факторы развития рынка инжиниринга и консультирования в России.

*Факторы развития рынка инжиниринга и консультирования в России /  
Factors of the engineering and consulting market development in Russia*

<b>Аспекты / Aspects</b>	<b>Внешние факторы / External factors</b>	<b>Внутренние факторы / Internal factors</b>
Положительные / Positive	Рост конкурентоспособности высокотехнологичных отраслей за счет цифровой трансформации / Growth of competitiveness of high-tech industries due to digital transformation	Увеличение масштабов господдержки высокотехнологичных производств / Increasing the scale of state support for high-tech industries
	Высокий спрос на отдельные высокотехнологичные продукты / High demand for individual high-tech products	Конкурентная экономика нефтегазохимических и металлургических производств за счет дешевого сырья / Competitive economy of petrochemical and metallurgical industries at the expense of cheap raw materials
	Рост торговли сжиженным и природным газом, несмотря на COVID-19 и развитие водородной энергетики / The growth of trade in liquefied and natural gas, despite COVID-19 and the development of hydrogen energy	Развитие технологических производств, постепенный переход от влияния экспорта нефтегазопродуктов на российскую экономику / Development of technological production, gradual transition from the influence of oil and gas products exports on the Russian economy
Отрицательные / Negative	Падение цен на энергетическое сырье, уменьшение инвестиций в топливно-энергетический комплекс / Falling prices for energy raw materials, reduced investment in the fuel and energy complex	Падение темпов роста ВВП, слабы спрос на углеводородное сырье / Falling GDP growth rates, weak demand for hydrocarbon raw materials
	Отход от инвестирования в проекты, связанные со сжиженным и природным газом из-за переизбытка предложения, COVID-19 и специальной операции на Украине / Withdrawal from investing in projects related to liquefied and natural gas due to oversupply, COVID-19 and a special operation in Ukraine	Снижение объемов экспорта углеводородного сырья / Reduction of hydrocarbon exports
	Энергопереход и поиск альтернативных возобновляемых источников энергии / Energy transition and search for alternative renewable energy sources	Трудности с привлечением инвестиций, шанс ужесточения санкционного режима / Difficulties in attracting investments, a chance of tightening the sanctions regime

**Заключение.** Можно констатировать некоторые успехи отечественных инжиниринговых компаний по реализации контрактов ЕPCM. Тем не менее, очевидно существенное отставание в данном направлении, что подтверждается ограниченным числом компаний, предоставляющих такие услуги на российском рынке. Отечественная школа инжиниринга лишь начинает формироваться, преодолевая препятствия в виде COVID-19 и увеличивающегося количества секторальных санкций. Российские компании продолжают внедрять новые технологии в производство,

modернизировать проектное управление, внедрять технологии BIM (Building Information Modeling). Регулирование данного рода деятельности, увеличение компетенций и передача опыта российским инжиниринговым компаниям, предоставление поддержки со стороны юридического сообщества в части подписания инфраструктурных контрактов, налаживание структурного диалога между государством и бизнесом может преобразовать уровень развития предприятий, готовых работать в рамках ЕPCM-контрактов как на внутреннем рынке, так и за рубежом.

### Список литературы

---

1. Акишин Д. Большой пирог для отечественного инжиниринга // Нефтегазовая вертикаль. 2021. № 11–12 . С. 57–68.
2. Жаззан Я. М. Контрактная стратегия реализации крупных строительных проектов // Мировые тенденции и перспективы развития инновационной экономики: материалы X Научно-практической конференции. М.: Российский университет дружбы народов, 2021. С. 81–87.
3. Лазник А. А. Исследование форм инжиниринговых контрактов, заключаемых на мировом рынке. Текст: электронный // Вестник ГУУ. 2017. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-form-inzhiniringovyh-kontraktov-zaklyuchayemyh-na-mirovom-rynke> (дата обращения: 20.04.2022).
4. Линник В. Ю., Линник Ю. Н., Лазник А. А. Современная практика применения инжиниринговых контрактов в нефтегазовом комплексе: монография. М.: Русайнс, 2021. 364 с. ISBN 978-5-4365-7376-2. URL: <https://book.ru/book/940329> (дата обращения: 21.02.2022). Текст: электронный.
5. Линь Пэн Л. П. Формирование модели оценки рисков при выборе иностранного поставщика по внешнеторговому контракту // Вестник Забайкальского государственного университета. 2020. Т. 26, № 10. С. 82–87. DOI 10.21209/2227-9245-2020-26-10-82-87. EDN WTEDJM.
6. Сапарова К. Г. ЕРС-контракты как категория современного договорного законодательства // Традиции и новации в системе современного российского права. 2021. Т. 3. С. 353–355.
7. Уразова Н. Г., Галаган А. О. Применение энергосервисного контракта как способа привлечения инвестиций в электросетевые компании // Вестник Забайкальского государственного университета. 2017. Т. 23. № 11. С. 109–117. DOI 10.21209/2227-9245-2017-23-11-109-117. EDN YRHDLM.
8. Baydemir B., Goksu B. B. EPC and EPCM Contract Models // GSI Articleletter. 2021. Vol. 25. P. 70.
9. Loots P., Charrett D. Contract strategy // The Application of Contracts in Developing Offshore Oil and Gas Projects. Informa Law from Routledge, 2019. P. 53–67.
10. Loots P., Henchie N. Worlds Apart: EPC and EPCM Contracts: Risk issues and allocation // International Construction Law Review. 2007. Vol. 24. №. 1/4. P. 252.
11. Shangxin Yang, Research on the risks and opportunities of international railway projects based on FIDIC-EPC contract // PM World Journal. 2018. № 7.
12. Van Dyk J. What's in a name? EPC vs EPCM: contract law // Without Prejudice. 2013. Vol. 13, №. 11. P. 38–39.

### References

---

1. Akishin D. *Neftegazovaya vertikal* (Oil and gas vertical), 2021, № 11–12, pp. 57–68.
2. Zhazzan Ya. M. *Mirovye tendentsii i perspektivy razvitiya innovatsionnoy ekonomiki*: materialy X Nauch.-prakt. konf. (World trends and prospects for the development of innovative economy: materials of the X Scientific and practical conference). Moscow: Peoples' Friendship University of Russia, 2021, pp. 81–87.
3. Laznik A. A. *Vestnik GUU* (Bulletin of GUU), 2017, no. 6. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-form-inzhiniringovyh-kontraktov-zaklyuchayemyh-na-mirovom-rynke> ((date of access: 04/20/2022). Text: electronic.
4. Linnik V.Yu., Linnik Yu. N., Laznik A. A. *Sovremennaya praktika primeneniya inzhiniringovyh kontraktov v neftegazovom komplekse* (Modern practice of application of engineering contracts in the oil and gas complex:

monograph). Moscow: Rusains, 2021, 364 p., ISBN 978-5-4365-7376-2. Available at: <https://book.ru/book/940329> (date of access: 02/21/2022). Text: electronic.

5. Lin Peng L. P. *Vestnik Zabaykalskogo gosudarstvennogo universiteta* (Transbaikal State University Journal), 2020, vol. 26, no. 10, pp. 82–87. DOI 10.21209/2227-9245-2020-26-10-82-87. EDN WTEDJM.

6. Saparova K.G. *Traditsii i novatsii v sisteme sovremennoego rossiyskogo prava* (Traditions and innovations in the system of modern Russian law), 2021, vol. 3, pp. 353–355.

7. Urazova N.G. *Vestnik Zabaykalskogo gosudarstvennogo universiteta* (Transbaikal State University Journal), 2017, vol. 23, no. 11, pp. 109–117. DOI 10.21209/2227-9245-2017-23-11-109-117. EDN YRHDLM.

8. Baydemir B., Goksu B. B. *GSI Articletter* (GSI Articletter), 2021, vol. 25, p. 70.

9. Loots P., Charrett D. *The Application of Contracts in Developing Offshore Oil and Gas Projects* (The Application of Contracts in Developing Offshore Oil and Gas Projects). Informa Law from Routledge, 2019, pp. 53–67.

10. Loots P., Henchie N. *International Construction Law Review* (International Construction Law Review), 2007, vol. 24, no. ¼, p. 252.

11. Shangxin Yang. *PM World Journal* (PM World Journal), 2018, no. 7.

12. Van Dyk J. *Without Prejudice* (Without Prejudice), 2013, vol. 13, no. 11, pp. 38–39.

---

### Информация об авторе

---

Глебова Анна Геннадьевна, д-р экон. наук, доцент ВАК, профессор Департамента мировых финансов, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия. Область научных интересов: мировая экономика; мировые финансы; финансовые технологии (финтех); национальная и международная экономическая безопасность  
AGGLEBOVA@fa.ru

Васильев Иван Александрович, аналитик по кредитным продуктам для финансовых институтов, АО РОСЭКСИМБАНК, Москва, Россия. Область научных интересов: мировая экономика; мировые финансы; финансовые технологии (финтех)  
vasilyevivan174@gmail.com

---

### Information about the author

---

Anna Glebova, doctor of economic sciences, associate professor, professor, World Finance department, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia. Scientific interests: world economy; world finance; financial technologies (fintech); national and international economic security

Ivan Vasiliev, loan products analyst for financial institutions, EXIMBANK of Russia, Moscow, Russia. Scientific interests: мировая экономика; мировые финансы; финансовые технологии (финтех) Scientific interests: world economy; world finance; financial technologies (fintech)

---

### Для цитирования

---

Глебова А. Г., Васильев И. А. Применение мирового опыта EPCM-контрактов в России // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 4. С. 86–95. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-86-95.

Glebova A., Vasiliev I. Problems of applying the world experience of EPCM contracts in Russia // Transbaikal State University Journal, 2022, vol. 28, no. 4, pp. 86–95. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-86-95.

Статья поступила в редакцию: 20.04.2022 г.

Статья принята к публикации: 22.04.2022 г.

УДК 330.341.1:332.142.6:332.146.2  
DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-96-107

## ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ РЕГИОНА

### ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP OF INDUSTRIAL PRODUCTION AND THE ENVIRONMENTAL PROFILE OF THE REGION



**Л. В. Глэзман,**  
Институт экономики Уральского  
отделения Российской академии  
наук, Пермский филиал, г. Пермь  
[glezman.lv@uiiec.ru](mailto:glezman.lv@uiiec.ru)

**L. Glezman,**  
Institute of Economics of the Ural  
Branch of the Russian Academy of  
Sciences, Perm branch, Perm



**С. С. Федосеева,**  
Институт экономики Уральского  
отделения Российской академии  
наук, Пермский филиал, г. Пермь  
[fedoseeva.ss@uiiec.ru](mailto:fedoseeva.ss@uiiec.ru)

**S. Fedoseeva,**  
Institute of Economics of the Ural  
Branch of the Russian Academy of  
Sciences, Perm branch, Perm

**С**ущественное увеличение экологической нагрузки на окружающую среду регионов, вызванное промышленным ростом в рамках следования государственной политике импортозамещения в условиях жестких санкций Запада, обусловило необходимость усиления контроля состояния экологического пространства. В связи с чем особую актуальность и практическую значимость приобретает формирование экологического профиля региона и анализ взаимосвязи роста промышленного производства и нагрузки на окружающую среду региона. Для решения обозначенной задачи в качестве объекта исследования рассмотрены процессы развития пространственно-отраслевой структуры региона в контексте взаимосвязи динамики промышленного производства и изменений экологического профиля региона (на примере Пермского края). *Предметом исследования является взаимосвязь динамики промышленного производства и изменений экологического профиля региона.* Цель исследования заключается в установлении и оценке взаимосвязи динамики промышленного производства с изменениями экологического профиля региона. Под экологическим профилем региона в рамках данного исследования понимается система показателей, характеризующих экологическую обстановку на территории региона и позволяющих оценить экологическую нагрузку на окружающую среду региона. Формирование системы показателей, составляющих экологический профиль региона, позволит провести объективный анализ техногенной нагрузки на экологическую систему региона. Таким образом, формирование системы показателей представляется первостепенной задачей в достижении цели исследования. *Задачи исследования:* выполнить теоретический обзор научных исследований в области анализа и оценки состояния окружающей среды и экологической безопасности промышленных регионов; рассмотреть существующие методические подходы к оценке экологической составляющей развития территорий и рейтингов состояния окружающей среды регионов; сформировать системы показателей, раскрывающих экологический профиль региона (на примере Пермского края); разработать методику оценки динамики экологического профиля региона; выявить и оценить взаимосвязь динамики промышленного производства и экологического профиля региона. *Методы исследования:* в ходе проведенного исследования применялся анализ, синтез, обобщение, группировка, систематизация и классификация. Для решения отдельных задач использовались методы сравнительного и статистического анализа, табличного и графического представления данных, организационного и экономического моделирования, интегральный и корреляционный анализ. Материалами исследования послужили научные работы ведущих российских ученых-экономистов, занимающихся проблемами влияния интенсификации развития территорий, в том числе промышленного комплекса на окружающую среду регионов, а также официальные статистические данные органов государственной статистики и результаты исследований различных рейтинговых агентств. Предложена авторская трактовка понятия «экологический профиль региона», сформирована система критериев, раскрывающих его содержание и позволяющая провести объективный анализ техногенной нагрузки на окружающую среду региона. Разработана авторская методика оценки состояния экологического профиля региона, включающая расчет интегральных индексов положительного и негативного воздействия на окружающую

среду и оценку зависимости рассчитанных индексов с индексом промышленного производства региона методом корреляции. Предложенный методический подход апробирован на примере Пермского края, в результате установлено наличие прямой взаимосвязи между интенсификацией промышленного производства и ростом нагрузки на окружающую среду, выраженной в ухудшении состояния экологического профиля региона. Полученные результаты подтверждают определяющую роль промышленного производства в экологическом профиле Пермского края и необходимость активизации процессов экологизации производства ввиду усиливающейся нагрузки на окружающую среду

**Ключевые слова:** регион, промышленное производство, региональное развитие, импортозамещение, экологический профиль региона, окружающая среда, интегральные индексы, корреляционная зависимость, коэффициент вариации, индекс промышленного производства

The relevance of the research is conditioned by the necessity to strengthen the control over the state of ecological space of regions, which is caused by the significant growth of the load on the environment of the regions, the priority of which is industrial growth within the framework of following the state policy of import substitution in the conditions of strict sanctions restrictions of the Western countries. In this connection the task of formation of ecological profile of the region and analysis of interrelation between the growth of industrial production and environmental load of the region is of particular urgency and practical importance. To solve this problem, in this article the author investigates the processes of the regional spatial and sectoral structure development in terms of correlation between the dynamics of industrial production and the changes of the regional ecological profile (using the example of the Perm Region), in order to identify and assess the relationship between the dynamics of industrial production and the changes in the ecological profile of the region. The subject of the study is the relationship between the dynamics of industrial production and changes in the ecological profile of the region. The goal of the study is to establish and assess the relationship between the dynamics of industrial production and changes in the ecological profile of the region. The ecological profile of the region in the framework of this study is understood as a system of indicators, which characterize the ecological situation on the territory of the region and make it possible to assess the ecological burden on the environment of the region. The formation of the system of indicators, constituting the ecological profile of the region, will allow to carry out an objective analysis of the technogenic load on the ecological system of the region. Thus, the formation of the system of indicators seems to be the primary task in achieving the goal of the study. Research objectives are the following: to perform a theoretical review of scientific research in the field of analysis and assessment of the environment state and environmental safety of industrial regions; to consider the existing methodological approaches to the assessment of the environmental component of the territories' development and ratings of the regions' environment state; to form a system of indicators revealing the ecological profile of the region (on the example of the Perm Region); to develop a methodology for assessing the dynamics of the region's environmental profile; to identify and assess the relationship between the dynamics of industrial production and the ecological profile of the region. The following research methods have become the basis of the study: analysis, synthesis, synthesis, grouping, systematization and classification. To solve individual problems, methods of comparative and statistical analysis, tabular and graphical representation of data, organizational and economic modeling, integral and correlation analysis have been used. The materials of the study are the scientific works of leading Russian academic economists dealing with the problems of the impact of intensification of territorial development, including industrial complex on the environment of the regions, as well as the official statistical data of state statistics agencies and the results of studies of various rating agencies. In the article an author's definition of the concept of "ecological profile of the region" and a system of indicators is offered, which disclose its content and make it possible to conduct an objective analysis of the technogenic burden on the environment of the region. To establish and assess the relationship between the dynamics of industrial production and changes in the ecological profile of the region the authors have developed an author's methodology of the ecological profile state estimation which includes calculation of integral indices of positive and negative impact on the environment and evaluation of dependence of the calculated indices on the index of regional industrial production by correlation method. The proposed methodological approach has been apporobated using the Perm Territory as an example and as a result direct correlation between intensification of industrial production and growth of environmental load expressed in deterioration of the region's ecological profile has been revealed. The results obtained confirm the determining role of industrial production in the ecological profile of the Perm Territory and the need to intensify the processes of ecologization of production in view of increasing pressure on the environment

**Key words:** region, industrial production, regional development, import substitution, ecological profile of the region, environment, integral indices, correlation dependence, coefficient of variation, index of industrial production

**В**едение. Существенное увеличение экологической нагрузки на окружающую среду регионов, вызванное промышленным ростом в рамках следования государственной политике импортозамещения в современных экономических условиях жестких санкционных ограничений, последствий пандемии коронавирусной инфекции, экономических кризисов, обострения geopolитической борьбы, предопределил необходимость усиления контроля за состоянием экологической составляющей регионального пространства.

Росту техногенной нагрузки на окружающую среду уделяется особое внимание мирового сообщества. С ростом промышленного производства проблема экологической безопасности обостряется. Техногенная нагрузка оказывает отрицательное воздействие не только на экосистему, но и на уровень жизни населения и безопасность общества в целом [3]. Снижение промышленного производства способствует стабилизации экологической обстановки в промышленных регионах, но в то же время стагнирует их экономическое развитие. В связи с чем необходимо найти баланс, что возможно посредством постепенной и последовательной замены устаревших технологий на перспективные инновационные, обеспечивающие искомый баланс экологии и промышленности [4] и направленные на уменьшение негативного воздействия на окружающую среду [9]. В связи с этим особыю актуальность и практическую значимость приобретает формирование экологического профиля региона и анализ взаимосвязи роста промышленного производства и нагрузки на окружающую среду.

Объектом исследования являются процессы развития пространственно-отраслевой структуры региона в контексте взаимосвязи динамики промышленного производства и изменений экологического профиля региона (на примере Пермского края).

Предметом исследования является взаимосвязь динамики промышленного производства и изменений экологического профиля региона.

Цель исследования заключается в установлении и оценке взаимосвязи динамики промышленного производства с изменениями экологического профиля региона.

Под экологическим профилем региона в рамках данного исследования понимает-

ся система показателей, характеризующих экологическую обстановку на территории региона и позволяющих оценить экологическую нагрузку на окружающую среду региона. Формирование системы показателей, составляющих экологический профиль региона, позволит провести объективный анализ техногенной нагрузки на экологическую систему региона. Таким образом, формирование системы показателей представляется первостепенной задачей в достижении цели исследования.

#### *Задачи исследования:*

- выполнить теоретический обзор научных исследований в области анализа и оценки состояния окружающей среды и экологической безопасности промышленных регионов;
- рассмотреть существующие методические подходы к оценке экологической составляющей развития территорий и рейтингов состояния окружающей среды регионов;
- сформировать системы показателей, раскрывающих экологический профиль региона (на примере Пермского края);
- разработать методику оценки динамики экологического профиля региона;
- выявить и оценить взаимосвязь динамики промышленного производства и экологического профиля региона.

*Методы исследования:* в ходе проведенного исследования применялся анализ, синтез, обобщение, группировка, систематизация и классификация. Для решения отдельных задач использовались методы сравнительного и статистического анализа, табличного и графического представления данных, организационного и экономического моделирования, интегральный и корреляционный анализ.

Материалами исследования послужили научные работы ведущих российских научных-экономистов, занимающихся проблемами влияния интенсификации развития территорий, в том числе промышленного комплекса на окружающую среду регионов, а также официальные статистические данные органов государственной статистики и результаты исследований различных рейтинговых агентств.

*Разработанность проблемы.* В научной литературе и публикациях исследований рейтинговых агентств рассматриваются различные инновационные подходы к оценке

эффективности хозяйственной деятельности промышленных предприятий с учетом экологической составляющей [7; 12], совокупности показателей для оценки экологической обстановки на территориях [2; 5] и состояния окружающей среды регионов [6; 8; 10].

Так, в работе В. С. Тикунова и Т. В. Ваталиной анализ экологической ситуации в регионе оценивается с помощью расчета и оценки «индекса загрязнения» на основе использования показателей выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, сброса загрязненных сточных вод и образования твердых коммунальных отходов» [19].

И. З. Каманина, С. П. Каплина, О. А. Марков, Н. А. Кликудева в своем исследовании, решая задачу комплексной оценки экологического состояния наукограда г. Дубны [11], учитывают такие показатели как «составление атмосферного воздуха, влияние автотранспорта, состояние поверхностных вод и почвенного покрова, состояние снежного покрова и растительности» [1]. Отдельным блоком авторы исследуют систему обращения с отходами.

Другой авторский коллектив, под руководством Н. С. Касимова, провел масштабное изучение «антропогенного воздействия на окружающую среду в 83 регионах и 1100 городах России с оценкой состояния здоровья населения на федеральном и региональном уровнях, а также анализом содержания загрязняющих веществ в почвенном, растительном, снеговом покровах и донных отложениях в десятках модельных территорий» [17]. Исследования имеют существенную теоретическую и практическую значимость, но, их масштабность и сложность ограничивает проведение подобных исследований в практике отдельно взятого региона.

Исследуя антропогенное воздействие на окружающую среду, Н. П. Перстенёва и Ю. А. Токарев [16] использовали систему «относительных показателей, рассчитанных на 1 или 1000 человек населения, включающую выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников (т / 1000 чел.); сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты (м<sup>3</sup>/чел.); улавливание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников (т / 1000 чел.); свежую воду (м<sup>3</sup>/чел.); объем оборотной и последовательно используемой воды (м<sup>3</sup>/чел.); инве-

стиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов (р / чел.)» [16].

Национальный экологический рейтинг [14] проводится на основе экспертных оценок, выставляемых по трем направлениям: «экосфера (природоохраненный индекс); техносфера (промышленно-экологический индекс); социум (социально-экологический индекс), включающим семь индикаторов. Расчет рейтинга осуществлялся информационно-аналитической системой (ИАС) на основе значений индикаторов» [14]. Существенным недостатком данного рейтинга является субъективный характер оценок экспертов и относительные результаты рейтинга, зависящие от показателей всех субъектов-участников рейтинга.

Так, например, для Пермского края за осень 2021 г. результаты национального экологического рейтинга представлены в табл. 1 [14]. Для расчета рейтинга большая часть данных отсутствует, имеющиеся данные для оценки не полны и крайне субъективны, что делает результаты национального экологического рейтинга нерепрезентативными.

Для исследования интерес представляет подход к построению ежегодного ESG-рейтинга регионов России [1] рейтинговым агентством RAEX (ранее РА «Эксперт»), а именно его экологической составляющей, оценка которой формируется «по принципу совмещения уровня подверженности риску и оценки эффективности его нивелирования, при котором каждому «негативному» индикатору соответствует «пара», отражающая степень нивелирования имеющихся рисков [13; 18]. В теории для нивелирования экологических рисков высокий первый показатель должен сопровождаться ростом второго. Наличие дисбалансов говорит о том, что рискам не уделяется должное внимание [1].

В рассматриваемом рейтинге учитываются пять таких пар:

«1) объем выбросов вредных веществ автотранспорта на душу населения и доля транспорта с возможностью использования природного газа в качестве моторного топлива;

2) выбросы загрязнителей в атмосферу и их обезвреживание;

3) сброс сточных вод и повторное использование воды;

Таблица 1 / Table 1

Национальный экологический рейтинг. Пермский край. Осень 2021 г. /  
*National environmental rating. Perm Krai. Autumn 2021 [14]*

Индикатор / Indicator	+/-	Индикатор / Indicator	+/-	Индикатор / Indicator	+/-
Атмосфера, воздух / Atmosphere, air	Нет оценок / no ratings	Среда обитания / Habitat	+++++	Промышленная среда / Industrial environment	Нет оценок / no ratings
Водные ресурсы, вода / Water resources, water	Нет оценок / no ratings	Власть / Power	-	ТБО / Municipal solid waste	
Земельные ресурсы, почва / Land resources, soil	Нет оценок / no ratings	Гражданское общество / Civil society		Наука и инновации / Science and innovation	++
ООПТ / Specially protected natural areas		Информационно-психологический климат / Information and psychological climate	++	Экологическая модернизация / Ecological modernization	Нет оценок / no ratings
Биоразнообразие / Biodiversity	Нет оценок / no ratings	Образование и культура / Education and culture	++	Продукция и услуги / Products and services	++
Биоресурсы / Bioresources	++++/-	ЖКХ / Housing and communal services	нет оценок / no ratings	Ответственность бизнеса / Business Responsibility	
Климат / Climate	Нет оценок / no ratings	Закон и порядок / Law and order	++	Промышленные отходы / Industrial waste	Нет оценок / no ratings
Природно-охраный индекс / Nature protection index	50/50	Социально-экономический индекс / Socio-economic index	75/25	Промышленно-экологический индекс / Industrial-environmental index	63/37
Сводный экологический индекс региона / Consolidated ecological index of the region			65/35		
Рейтинг региона / Region ranking			29		

4) образование отходов, их переработка и соотношение вывоза ТКО и их переработки» [1].

Существенным недостатком данного подхода, по нашему мнению, является упущение из учета экологической составляющей регионального развития непарных показателей, которые оказывают значительное влияние на состояние экологического профиля региона и требуют учета.

*Результаты исследования.* Опираясь на результаты анализа работ отечественных ученых и исследований рейтинговых агентств [20], для раскрытия экологического профиля региона нами предложена систе-

ма показателей, в разрезе положительно и негативно влияющих на окружающую среду, факторов хозяйственной деятельности, перечень и значения которых на примере Пермского края представлены в табл. 2. Перечень показателей по группам может быть изменен в зависимости от специализации экономики региона, его территориального размещения и особенностей пространственно-отраслевого развития.

Для оценки экологического профиля региона использован метод интегральных показателей положительного (ИИп) и негативного воздействия (ИИн) на окружающую среду региона.

Таблица 2 / Table 2  
Экологический профиль Пермского края / Ecological profile of the Perm Region [15]

Показатели / Indicators	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Направленность / Orientation
<b>Основные показатели, характеризующие негативное воздействие / The main indicators characterizing the negative impact</b>						
Выброс загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников, тыс. т / Emission of pollutants into the atmosphere from stationary sources, thousand tons	308,9	310,8	292,7	293,1	280,8	min ←
Выброс загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспорта, тыс. т / Emission of pollutants into the atmosphere from vehicles, thousand tons	300,3	314,9	365,3	105,5	102,0	min ←
Забор воды из природных водных объектов для использования, млн м <sup>3</sup> / Water withdrawal from natural water bodies for use, million cubic meters	1657,6	1660,7	1532,0	1308,6	1158,2	min ←
Объём сброса сточных вод в поверхностные водные объекты, млн м <sup>3</sup> / Volume of wastewater discharge into surface water bodies, million cubic meters	1547,1	1554,9	1421,4	1229,5	1069,8	min ←
Сброс загрязненных сточных вод, млн м <sup>3</sup> / Discharge of polluted wastewater, million cubic meters	357,8	317,1	211,8	209,5	194,2	min ←
Сброс загрязняющих веществ со сточными водами, тыс. т / Discharge of pollutants with sewage, thousand tons	1086,2	1022,1	925,0	1212,7	1167,5	min ←
Использование свежей воды на производственные нужды, млн м <sup>3</sup> / Use of fresh water for production needs, million cubic meters	1431,3	1444,3	1311,4	1095,2	951,2	min ←
Количество накопленных отходов производства и потребления, млн т / Amount of accumulated production and consumption waste, million tons	817,4	816,8	841,4	827,4	874,5	min ←
Количество отходов производства и потребления, ежегодно размещаемых в окружающей среде, млн т / Amount of production and consumption waste annually disposed of in the environment, million tons	23,3	22,2	22,1	20,2	19,9	min ←
Образовалось отходов производства и потребления, млн т / Production and consumption waste generated, million tons	38,9	41,3	45,7	46,4	47,8	min ←
<b>Основные показатели, характеризующие положительное воздействие / The main indicators characterizing the positive impact</b>						
Уловлено и обезврежено загрязняющих атмосферу веществ, тыс. т / Air pollutants captured and neutralized, thousand tons	1041,3	1239,1	918,8	1202,4	981,6	→ max
Использовано (утилизировано) загрязняющих атмосферу веществ, тыс. т / Air pollutants used (utilized), thousand tons	804,9	1004,8	690,8	1079,1	902,9	→ max
Оборотное и последовательное использование воды, млн м <sup>3</sup> / Circulating and consistent use of water, million cubic meters	1613,5	1868,0	2090,8	1992,3	1986,0	→ max

Окончание табл. 2

Показатели / Indicators	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Направленность / Orientation
Доля ежегодного использования и обезвреживания отходов в общем объеме образуемых, % / Share of annual use and neutralization of waste in the total volume of waste generated, %	45,9	49,9	60,4	64,2	63,7	→ max
Утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления, млн т / Utilization and neutralization of production and consumption waste, million tons	17,8	20,7	27,6	29,8	30,5	→ max
Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды, млн р. / Investments in fixed assets aimed at protecting the environment, million rubles	2986,3	2606,3	4268,8	5202,2	5318,9	→ max
Расходы на охрану окружающей среды, млрд р. / Expenses for environmental protection, billion rubles	11,4	10,9	13,7	16,3	15,8	→ max

На первом шаге для частных показателей, составляющих экологический профиль региона, выполнена процедура нормирования по методу максимума, в соответствии с формулой (1):

$$\Pi_i^{\text{норм}} = \frac{\Pi_i}{\Pi_{\max}}, \quad (1)$$

где  $\Pi_i^{\text{норм}}$  – i-й нормированный показатель экологического профиля региона;

$\Pi_i$  – i-й нормируемый показатель;

$\Pi_{\max}$  – максимальное значение i-го показателя в анализируемом периоде.

В табл. 3 содержатся расчетные значения нормированных частных показателей экологического профиля Пермского края.

Таблица 3 / Table 3

Нормированные частные показатели экологического профиля Пермского края /  
Normalized private indicators of the ecological profile of the Perm Region

Показатели / Indicators	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
<b>Основные показатели, характеризующие негативное воздействие / The main indicators characterizing the negative impact</b>					
Выброс загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников / Emission of pollutants into the atmosphere from stationary sources	308,9	310,8	292,7	293,1	280,8
Выброс загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспорта / Emission of pollutants into the atmosphere from vehicles	300,3	314,9	365,3	105,5	102,0
Забор воды из природных водных объектов для использования / Water withdrawal from natural water bodies for use	1657,6	1660,7	1532,0	1308,6	1158,2
Объём сброса сточных вод в поверхностные водные объекты / Volume of wastewater discharge into surface water bodies	1547,1	1554,9	1421,4	1229,5	1069,8
Сброс загрязненных сточных вод / Discharge of polluted wastewater	357,8	317,1	211,8	209,5	194,2
Сброс загрязняющих веществ со сточными водами / Discharge of pollutants with sewage	1086,2	1022,1	925,0	1212,7	1167,5
Использование свежей воды на производственные нужды / Use of fresh water for production needs	1431,3	1444,3	1311,4	1095,2	951,2

## Окончание табл. 3

Количество накопленных отходов производства и потребления / Amount of accumulated production and consumption waste	817,4	816,8	841,4	827,4	874,5
Количество отходов производства и потребления, ежегодно размещаемых в окружающей среде / Amount of production and consumption waste annually disposed of in the environment	23,3	22,2	22,1	20,2	19,9
Образовалось отходов производства и потребления / Production and consumption waste generated	38,9	41,3	45,7	46,4	47,8
<b>Основные показатели, характеризующие положительное воздействие / The main indicators characterizing the positive impact</b>					
Уловлено и обезврежено загрязняющих атмосферу веществ / Air pollutants captured and neutralized	1041,3	1239,1	918,8	1202,4	981,6
Использовано (утилизировано) загрязняющих атмосферу веществ / Air pollutants used (utilized)	804,9	1004,8	690,8	1079,1	902,9
Оборотное и последовательное использование воды / Circulating and consistent use of water	1613,5	1868,0	2090,8	1992,3	1986,0
Доля ежегодного использования и обезвреживания отходов в общем объеме образуемых / Share of annual use and neutralization of waste in the total volume of waste generated	45,9	49,9	60,4	64,2	63,7
Утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления / Utilization and neutralization of production and consumption waste	17,8	20,7	27,6	29,8	30,5
Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды / Investments in fixed assets aimed at protecting the environment	2986,3	2606,3	4268,8	5202,2	5318,9
Расходы на охрану окружающей среды / Expenses for environmental protection	11,4	10,9	13,7	16,3	15,8

Определение весовых коэффициентов ( $k_i$ ), частных показателей в интегральных индексах выполнено расчетным методом с использованием интегральной оценки значений каждого частного нормированного показателя ( $X_i^{\text{норм}}$ ) за исследуемый период. Для расчета использован метод линейного преобразования, ранжирование показателей и приведение интервала колебаний значений интегральных частных нормированных показателей путем масштабирования к интервалу от [0; 1].

При этом  $\sum_{i=1}^n k_i = 1$ ,

где  $n$  – число частных нормированных показателей.

Расчет интегральных индексов воздействия на окружающую среду (ИИн, ИИп) выполнен методом линейного преобразования (по сумме средневзвешенных арифметических показателей) с учетом их весовых значений с использованием по формуле (2):

$$\text{ИИн, ИИп} = \sum_i k_i * X_i^{\text{норм}}. \quad (2)$$

Достоверность расчетов и релевантность полученных значений интегральных индексов подтверждена расчетом коэффициента вариации, для оценки значения которого применена стандартная шкала оценок.

Результаты проведенных расчетов на примере Пермского края представлены в табл. 4.

Полученные значения коэффициента вариации по интегральному индексу негативного воздействия характеризует разброс значений показателей как незначительный, а по положительному воздействию – как средняя вариабельность. Используемые данные и полученные расчетные значения интегральных индексов достоверно отражают тенденции как негативного, так и положительного воздействия на окружающую среду Пермского края.

Для установления определяющего характера воздействия промышленного производства на тенденции, выявленные в экологическом профиле Пермского края, проведен анализ взаимосвязи между интегральными индексами и индексом промышленного производства с использованием коэффициента корреляции Пирсона, результаты которого и их интерпретация представлены в табл. 5.

Для визуализации выявленных тенденций построена графическая интерпретация динамики интегральных индексов в сопоставлении с индексом промышленного производства (см. рисунок).

Таблица 4 / Table 4

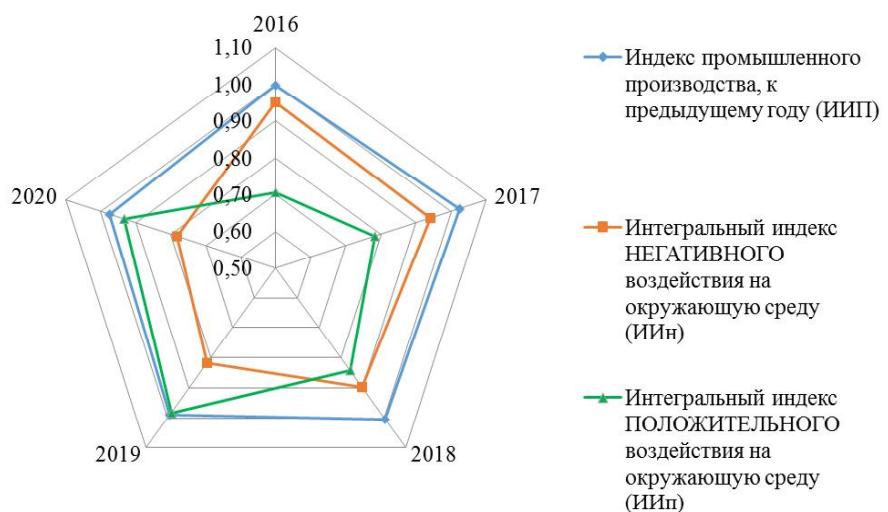
*Интегральные индексы экологического профиля и индекс промышленного производства Пермского края / Integral Indices of the Ecological Profile and Industrial Production Index of the Perm Region*

Показатели / Indicators	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Коэффициент вариации, % / Variation coefficient
Интегральный индекс негативного воздействия на окружающую среду (ИИн) / Integral index of negative environmental impact	0,95	0,94	0,90	0,82	0,78	<b>8</b>
Интегральный индекс положительного воздействия на окружающую среду (ИИп) / Integral index of positive environmental impact	0,71	0,78	0,84	0,98	0,93	<b>13</b>
Индекс промышленного производства, к предыдущему году (ИИП) / Industrial production index, to the previous year	1,00	1,03	1,00	0,99	0,98	

Таблица 5 / Table 5

*Оценка корреляционной зависимости интегральных индексов экологического профиля и индекса промышленного производства Пермского края в 2016-2020 гг. / Assessment of the correlation dependence of the integral indices of the ecological profile and the industrial production index of the Perm Region in 2016-2020*

Исследуемая взаимосвязь / Investigated Relationship	Значение коэффициента Пирсона / The value of the Pearson coefficient	Интерпретация полученных результатов / Interpretation of the results
ИИП к ИИн	0,81	Сильная прямая зависимость – рост промышленного производства оказывает значительное негативное воздействие на экологический профиль региона
ИИП к ИИп	-0,58	Средняя обратная зависимость – снижение роста промышленного производства оказывает положительное воздействие на экологический профиль региона
ИИн к ИИп	-0,92	Сильная обратная зависимость – рост положительного воздействия на экологический профиль региона влечет снижение негативного воздействия



*Интегральные индексы экологического профиля и индекс промышленного производства Пермского края / Integral Indices of the Ecological Profile and Industrial Production Index of the Perm Region*

Результаты проведенного исследования демонстрируют:

– стабильную динамику к понижению индекса промышленного производства Пермского края;

– стабильную динамику роста индекса положительного воздействия на окружающую среду Пермского края, которая показала спад в 2020 г. (на 0,05 п. в 2020 г. относительно 2019 г.), что обусловлено введенными пандемийными ограничениями и связано со снижением расходов на защиту окружающей среды ввиду недостатка средств у предприятий;

– индекс отрицательного воздействия на окружающую среду Пермского края показывает тренд понижения с 2019 г., что, по нашему мнению, обусловлено активным внедрением и распространением цифровых технологий в сфере экологизации промышленного производства, укреплению тренда понижения в 2020 г. (на 0,04 п. в 2020 г. относительно 2019 г.) способствовала отрицательная динамика индекса промышленного производства.

В результате проведенного исследования выявлена взаимосвязь, которую можно охарактеризовать как прямую между динамическими изменениями в промышленном производстве и состоянием экологического профиля региона. Интенсификация промышленного производства, обусловленная политикой импортозамещения, предопределяет необходимость актуализации вопросов экологизации промышленного производства и ужесточения контроля техногенной нагрузки на окружающую среду ввиду определяющей

роли промышленного производства в формировании экологического профиля региона.

**Заключение.** В современных условиях формирование взаимосвязи роста промышленного производства и нагрузки на окружающую среду региона, а также экологического профиля региона приобретает особую актуальность и практическую значимость.

В ходе проведения исследования на основе анализа научной литературы изучены и обобщены современные теоретические и практические наработки в сфере взаимосвязи развития территорий и состояния окружающей среды регионов. Рассмотрены различные рейтинговые оценки экологической составляющей развития регионов в условиях импортозамещения и наращивания промышленного производства.

С помощью методов экономико-математического и статистического анализа проведена оценка экологического профиля региона. Сформулирован вывод о том, что существует прямая взаимосвязь между состоянием промышленного производства и экологическим профилем региона, при этом определяющее воздействие оказывает промышленное производство. Полученные результаты позволили констатировать, что промышленным предприятиям необходимо уделять внимание вопросам экологизации производства, реализации природоохранных мероприятий, устранения техногенных угроз ввиду усиливающейся нагрузки на окружающую среду и определяющей роли промышленного производства в формировании экологического профиля региона.

---

## Благодарности

---

Публикация подготовлена в соответствии с Планом НИР Института экономики УрО РАН

---

## Список литературы

---

1. Аналитика. ESG-рейтинг регионов России. Методика составления. Текст: электронный // РАЭКС-Аналитика. URL: [https://raex-rr.com/pro/ESG/ESG\\_regions/ESG\\_rating\\_regions/2021\\_09.12.2021analytics/ESG\\_rating\\_regions\\_2021/](https://raex-rr.com/pro/ESG/ESG_regions/ESG_rating_regions/2021_09.12.2021analytics/ESG_rating_regions_2021/) (дата обращения: 25.03.2022).
2. Артеменко М. В., Калугина Н. М., Косьяненко В. В., Теплова В. В. Индикаторы оценки экологической ситуации региона // Научное обозрение. 2017. № 1. С. 17–30.
3. Белик И. С., Камдина Л. В., Стародубец Н. В. Влияние антропогенных факторов промышленного производства на качество жизни населения в регионе // Экономика региона. 2019. Т. 15, № 4. С. 1156–1168.
4. Бенц Д. С. Промышленный рост регионов Урала в условиях новой экологической реальности // Вестник Челябинского государственного университета. 2021. № 3. С. 115–125.

5. Битюкова В. Р. Методы оценки экологической ситуации в городах: полимасштабность подходов. Теоретические и методические подходы в экономической и социальной географии. М.: Географический факультет МГУ, 2019. С. 223–249.
6. Бурматова О. П. Экологические вызовы в регионе: анализ, пути предотвращения рисков и снижение угроз // Экономика региона. 2021. Т. 17, № 1. С. 249–261.
7. Габдинова В. Р. Перспективы внедрения эколого-экономических индикаторов в оценке эффективности деятельности предприятий промышленного сектора // Вестник Московского гуманитарно-экономического института. 2021. № 1. С. 48–62.
8. Губачев В. А., Чумакова В. Н., Лайко Д. В., Тамазов М. В. Анализ эколого-экономического состояния региона: проблемы и перспективы развития // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2021. № 8-2. С. 106–112.
9. Гукасова А. Э. Основы обеспечения экологической безопасности промышленного комплекса экономики // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. 2021. № 4. С. 52–58.
10. Дружинин П. В., Шкиперова Г. Т., Поташева О. В. Структура экономики российских регионов и состояние окружающей среды // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 11-1. С. 54–63.
11. Каманина И. З., Каплина С. П., Макаров О. А., Кликодуева Н. А. Комплексная оценка экологического состояния наукограда Дубна. Дубна: ОИЯИ, 2019. 168 с.
12. Клепиков О. В., Самойлов А. С., Ушаков И. Б., Попов В. И., Куролап С. А. Комплексная оценка состояния окружающей среды промышленного города // Гигиена и санитария. 2018. № 97 (8). С. 686–692.
13. Кобылина Е. В., Карамышева А. П., Карамышева Е. П. Управление экологическими рисками на примере российских и зарубежных предприятий // Научное обозрение. 2021. № 3.
14. Национальный экологический рейтинг. Текст: электронный // Зеленый патруль. URL: Экологический рейтинг субъектов РФ / Зеленый патруль (greenpatrol.ru) (дата обращения: 25.03.2022).
15. Пермский край в цифрах. 2021: Краткий статистический сборник. Пермь: Тер. орган Федер. службы гос. статистики по Пермскому краю, 2021. 209 с.
16. Перстенёва Н. П., Токарев Ю. А. Статистический анализ антропогенного воздействия на окружающую среду в регионах РФ. Текст: электронный // Региональное развитие. 2015. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskiy-analiz-antropogenного-vozdeystviya-na-okruzhayuschiyu-sredu-v-regionah-rf> (дата обращения: 26.03.2022).
17. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния / под ред. Н. С. Касимова. М.: ИП Филимонов М. В., 2014. 560 с.
18. Свириденко Д. А. Выбор мероприятий при стратегии минимизации экологических рисков на промышленном предприятии // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2020. № 7-1. С. 175–180.
19. Тикунов В. С., Черешня О. Ю. Индекс загрязнения и индекс напряженности экологической ситуации в регионах Российской Федерации // Теоретическая и прикладная экология. 2017. № 3. С. 34–38.
20. Эколого-экономический индекс регионов РФ. Текст: электронный // WWF России, РИА Новости. URL: index.pdf (wwf.ru) (дата обращения: 25.03.2022).

## References

---

1. RAEKS-Analitika (RAEX-Analytics). Available at: [https://raex-rr.com/pro/ESG/ESG\\_regions/ESG\\_rating\\_regions/2021\\_12/09/2021analytics/ESG\\_rating\\_regions\\_2021/](https://raex-rr.com/pro/ESG/ESG_regions/ESG_rating_regions/2021_12/09/2021analytics/ESG_rating_regions_2021/) (Date of access: 03/25/2022). Text: electronic.
2. Artemenko M. V., Kalugina N. M., Kosyanenko V. V., Teplova V. V. *Nauchnoye obozreniye* (Scientific Review), 2017, no. 1, pp. 17–30.
3. Belik I. S., Kamdina L. V., Starodubets N. V. *Ekonomika regiona* (Economics of the region), 2019, vol. 15, no. 4, pp. 1156–1168.
4. Bents D. S. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universitet* (Bulletin of the Chelyabinsk State University), 2021, no. 3, p. 115–125.
5. Bitukova V. R. *Metody otsenki ekologicheskoy situatsii v gorodakh: polimasshtabnost podhodov. Teoreticheskiye i metodicheskiye podhody v ekonomicheskoy i sotsialnoy geografi* (Methods for assessing the environmental situation in cities: multi-scale approaches. Theoretical and methodological approaches in economic and social geography). Moscow: Faculty of Geography of Moscow State University, 2019, pp. 223–249.
6. Burmatova O. P. *Ekonomika regiona* (Economics of the region), 2021, vol. 17, no. 1, pp. 249–261.
7. Gabdinova V. R. *Vestnik Moskovskogo gumanitarno-ekonomicheskogo instituta* (Bulletin of the Moscow Humanitarian and Economic Institute), 2021, no. 1, pp. 48–62.
8. Gubachev V. A., Chumakova V. N., Layko D. V., Tamazov M. V. *Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava* (Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law), 2021, no. 8-2. pp. 106–112.

9. Gukasova A. E. *Aktualnye problemy ekonomiki i menedzhmenta* (Actual problems of economics and management), 2021, no. 4, pp. 52–58.
10. Druzhinin P. V., Shkiperova G. T., Potasheva O. V. *Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava* (Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law), 2019, no. 11-1, pp. 54–63.
11. Kamanina I. Z., Kaplina S. P., Makarov O. A., Klikoduyeva N. A. *Kompleksnaya otsenka ekologicheskogo sostoyaniya naukograda Dubna* (Comprehensive assessment of the ecological state of the Dubna science city). Dubna: JINI, 2019, 168 p.
12. Klepikov O. V., Samoylov A. S., Ushakov I. B., Popov V. I., Kurolap S. A. *Gigiyena i sanitariya* (Hygiene and sanitation), 2018, no. 97 (8). pp. 686–692.
13. Kobylina Ye. V., Karamysheva A. P., Karamysheva Ye. P. *Nauchnoye obozreniye* (Scientific Review), 2021, no. 3.
14. *Zelenyy patrol* (Green patrol). Available at: Environmental rating of the subjects of the Russian Federation / Green Patrol ([greenpatrol.ru](http://greenpatrol.ru)) (date of access: 03/25/2022). Text: electronic.
15. *Permskiy kray v tsifrakh. 2021:* Kratkiy statisticheskiy sbornik (Perm Region in numbers. 2021: Brief statistical compendium). Perm: Ter. organ Feder. state services statistics for the Perm Region, 2021. 209 p.
16. Perstenova N. P., Tokarev Yu. A. *Regional'noye razvitiye* (Regional development), 2015, no. 4. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskiy-analiz-antropogenного-vozdeystviya-na-okruzhayuschchuyu-sredu-v-regionah-rf> (date of access: 03/26/2022). Text: electronic.
17. *Regiony i goroda Rossii: integralnaya otsenka ekologicheskogo sostoyaniya* / pod red. N. S. Kasimova (Regions and cities of Russia: an integral assessment of the ecological state / ed. N. S. Kasimova). Moscow: IP Filimonov M. V., 2014, 560 p.
18. Sviridenko D. A. *Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava* (Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law), 2020, no. 7-1, pp. 175–180.
19. Tikunov V. S., Cherezhnya O. Yu. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya* (Theoretical and applied ecology), 2017, no. 3, pp. 34–38.
20. *WWF Rossii, RIA Novosti* (WWF Russia, RIA Novosti). Available at: <https://index.pdf> (wwf.ru) (date of access: 03/25/2022). Text: electronic.

---

### Информация об авторе

---

Глэзман Людмила Васильевна, канд. экон. наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, Пермский филиал, г. Пермь, Россия. Область научных интересов: региональная экономика, повышение эффективности промышленного комплекса, пространственно-отраслевая структура региона  
glezman.lv@uiec.ru

Федосеева Светлана Сергеевна, младший научный сотрудник, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, Пермский филиал, г. Пермь, Россия. Область научных интересов: региональная экономика, повышение эффективности промышленного комплекса, пространственно-отраслевая структура региона  
fedoseeva.ss@uiec.ru

---

### Information about the author

---

Ludmila Glezman, candidate of economic sciences, associate professor, senior researcher, Institute of Economics, Ural branch, Russian Academy of Sciences, Perm branch, Perm, Russia. Scientific interests: regional economy, increasing the efficiency of the industrial complex, spatial and industrial structure of the region

Svetlana Fedoseeva, junior researcher, Institute of Economics, Ural branch, Russian Academy of Sciences, Perm branch, Perm, Russia. Scientific interests: regional economy, increasing the efficiency of the industrial complex, spatial and industrial structure of the region

---

### Для цитирования

---

Глэзман Л. В., Федосеева С. С. Оценка взаимосвязи промышленного производства и экологического профиля региона // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 4. С. 96–107. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-96-107.

Glezman L., Fedoseeva S. Assessment of the relationship of industrial production and the environmental profile of the region // Transbaikal State University Journal, 2022, vol. 28, no. 4, pp. 96–107. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-96-107.

Статья поступила в редакцию: 31.03.2022 г.

Статья принята к публикации: 11.04.2022 г.

УДК 332.144  
 DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-108-116

## НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА НА ТРАНСГРАНИЧНЫХ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

### DIRECTIONS OF TOURISM DEVELOPMENT IN CROSS-BORDER MOUNTAIN TERRITORIES



**A. В. Глотко,**  
Новосибирский государственный  
университет экономики и управления,  
г. Новосибирск  
ganiish\_76@mail.ru



**С. А. Шелковников,**  
Новосибирский государственный  
аграрный университет,  
г. Новосибирск  
shelkovnikov1@rambler.ru



**И. Г. Кузнецова,**  
Новосибирский государственный  
аграрный университет,  
г. Новосибирск  
finka31081988@list.ru

**A. Glotko,**  
Novosibirsk State University  
of Economics and Management, Novosibirsk

**S. Shelkovnikov,**  
Novosibirsk State Agrarian  
University, Novosibirsk

**I. Kuznetsova,**  
Novosibirsk State Agrarian  
University, Novosibirsk

**Статья посвящена разработке новых подходов к развитию туризма на трансграничных горных территориях.** Объектом исследования выступает туризм на трансграничных горных территориях Алтая-Саянского региона. Предмет исследования – перспективы развития туризма на трансграничных горных территориях. Цель исследования – разработать новые подходы к развитию туризма на трансграничных горных территориях. Задачи исследования: рассмотреть систему показателей для оценки уровня развития туризма, эффективности использования туристско-рекреационного потенциала, влияния туристско-рекреационной деятельности на социально-экономическое развитие трансграничных горных территорий; сформировать предложения по устойчивому развитию туризма на трансграничных горных территориях. Систематизированы особенности горных территорий, в том числе имеющих трансграничное положение, определяющие специфику туристско-рекреационной деятельности. Выявлены факторы, влияющие на туристско-рекреационную деятельность горных территорий. Раскрыта система показателей для оценки уровня развития туризма трансграничных горных территорий, система показателей для оценки влияния туризма на социально-экономическое развитие трансграничных горных территорий. Проведен анализ развития туризма трансграничных горных территорий Алтая-Саянского региона. Сформированы рекомендации и практические предложения по устойчивому развитию туризма на трансграничных горных территориях

**Ключевые слова:** туризм, горные территории, устойчивое развитие, трансграничные территории, туристско-рекреационный комплекс территории, развитие туризма, Алтай-Саянский регион, уровень жизни населения, заповедник, туристский поток

The article is devoted to the development of new approaches to the development of tourism in cross-border mountain territories. The object of the research is tourism in the cross-border mountain territories of the Altai-Sayan region. The subject of the research is the prospects of tourism development in the cross-border mountain territories. The aim of the research is to develop new approaches to the development of tourism in the cross-border mountain territories. The aim of the research is to consider a system of indicators to assess the level of tourism development, the efficiency of tourist and recreational potential use, the impact of tourist and recreational activities on the socio-economic development of cross-border mountain territories and to formulate proposals for the sustainable development of tourism in cross-border mountain territories. The features of mountainous territories, including those with a cross-border

situation, determining the specifics of tourist and recreational activities are systematized. The factors influencing the tourist and recreational activity of mountain territories are revealed. A system of indicators for assessing the level of tourism development of cross-border mountain territories, a system of indicators for assessing the impact of tourism on the socio-economic development of cross-border mountain territories is disclosed. The analysis of tourism development of the trans-boundary mountain territories of the Altai-Sayan region is carried out. Recommendations and practical proposals for the sustainable development of tourism in cross-border mountain territories have been formed

**Key words:** tourism, mountain territories, sustainable development, cross-border territories, tourist and recreational complex of the territory, tourism development, Altai-Sayan region, standard of living of the population, nature reserve, tourist flow

**Введение.** В современных условиях сфера туризма – одна из динамично развивающихся отраслей мировой экономики. Эта сфера развивается и в отдельных горных регионах, становится стратегическим фактором социально-экономического развития региона. На развитие туризма оказывает влияние ряд факторов, среди которых научно-технический прогресс, уровень жизни населения, продолжительность отпусков, наличие свободного времени, политическая и экономическая стабильность, культурный уровень населения.

**Объектом исследования** выступает туризм на трансграничных горных территориях Алтая-Саянского региона.

**Предмет исследования** – перспективы развития туризма на трансграничных горных территориях.

Цель исследования – разработать новые подходы к развитию туризма на трансграничных горных территориях.

**Задачи исследования:**

- рассмотреть систему показателей для оценки уровня развития туризма, эффективности использования туристско-рекреационного потенциала, влияния туристско-рекреационной деятельности на социально-экономическое развитие трансграничных горных территорий;

- сформировать предложения по устойчивому развитию туризма на трансграничных горных территориях.

**Методы исследования.** В работе использованы описательный, сравнительный, логико-теоретический методы, метод системного анализа и синтеза.

**Разработанность темы исследования.** В науке не существует понятия «горные территории», но ученые едини во мнении, что это «часть территории, которая характеризуется не только природным своеобразием, но и особенностями природопользования» [8].

Г. Е. Авакян горной территорией считает «пространство, на котором все количественные и качественные изменения происходят по вертикальным поясам, где профиль, характер и условия ведения сельскохозяйственного производства, особенно производительность совокупного общественного труда, резко отличаются от равнинных и низинных областей» [1].

С. С. Ганзей трансграничной территорией считает «взаимодействующие приграничные территории двух или более соседних стран, обладающих сочетаниями природных ресурсов и тех или иных видов хозяйственной деятельности, природным основанием которых является либо единая геосистема, либо сочетание двух или более геосистем регионального уровня, расположенных в зоне государственной границы». При этом дополняет, что трансграничная территория – это «комплексная географическая структура, сочетающая в себе определенные природные ресурсы, объекты инфраструктуры, расселения населения, а также его хозяйственную деятельность в границах крупной геосистемы» [3].

Типы трансграничных структур туризма определяют различия в освоении туристско-рекреационного пространства [4].

К таким структурам относят:

- 1) природно-ресурсные структуры, то есть геосистемы, пересекающиеся государственными границами, например, горные вершины и хребты, озера, реки. Для туристского освоения такого рода объектов требуется международное сотрудничество;

- 2) этнокультурные трансграничные структуры – разделение единого этноса государственной границей;

- 3) экономические территориально-хозяйственные единицы, имеющие государственную границу (в т.ч. транспортные системы);

- 4) трансграничные особо охраняемые природные территории, для которых пред-

усматривается международное сотрудничество в области сохранения природы;

5) geopolитические трансграничные структуры в различных сферах (экономика, экология, гуманитарная сфера и т. п.).

На принципах устойчивого развития формируется устойчивый туризм. Как видно из рис. 1, к устойчивым видам туризма можно отнести экологический туризм, агротуризм, сельский, зеленый, природный, мягкий туризм.

Экологический туризм (экотуризм) можно разделить на туризм в границах особо охраняемых природных территорий и туризм вне границ особо охраняемых природных территорий. Проведение туров, относящихся к первому типу, является классическим направлением. Это «австралийская», или «се-

вероамериканская» модель туризма. В основе этой модели лежит концепция, основой которой является сохранение и поддержание экологического равновесия в природной среде, познание природы, знакомство с ее особенностями, отдых на природе с эстетическими и эмоциональными целями.

Второй тип экотуризма относится к «немецкой», или «западноевропейской» модели. Основой концепции этого вида туризма является сохранение имеющихся на территории ресурсов [2].

Экологический туризм может оказывать положительное влияние на устойчивое развитие региона. Для этого следует разработать и реализовать мероприятия по следующим направлениям (рис. 2):



Рис. 1. Схема взаимосвязи между устойчивым туризмом и другими видами туризма [7] /  
Fig. 1. The relationship between sustainable tourism and other types of tourism

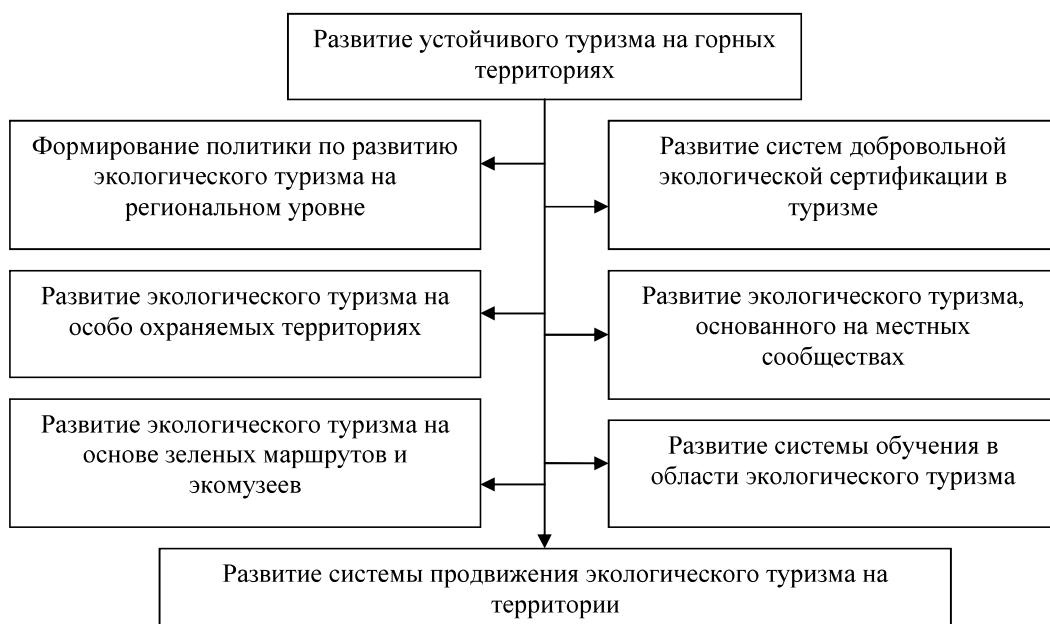


Рис. 2. Схема направлений развития устойчивого туризма на горных территориях /  
Fig. 2. Directions for the development of sustainable tourism in mountain territories

- формирование политики по развитию регионального экологического туризма;
- развитие экологического туризма на особо охраняемых территориях;
- развитие экологического туризма, основанного на местных сообществах;
- развитие экологического туризма на основе зеленых маршрутов и экомузеев;
- развитие системы продвижения экологического туризма на территории;
- развитие системы обучения в области экологического туризма;
- развитие систем добровольной экологической сертификации в туризме.

При реализации направления «Формирование политики по развитию экологического туризма на территориальном уровне» можно использовать два варианта:

1) включить мероприятия по развитию экологического туризма на региональном уровне в стратегические и программные документы по устойчивому развитию;

2) разработать стратегические и программные документы по развитию экологического туризма.

При формировании политики по развитию экологического туризма на региональном уровне первоочередной задачей является определение критериев, позволяющих выявить особенности экологического туризма, что необходимо для решения следующих задач:

- определение формы развития природного туризма, туризма на ООПТ и турпродуктов экологического туризма;
- установление субъектов, организующих деятельность по развитию экологического туризма, и приоритетных турпродуктов;
- осуществление объективного мониторинга и оценки деятельности различных субъектов по развитию экологического туризма в регионе.

В свою очередь, решение этих задач необходимо для проведения эффективной государственной политики по поддержке процессов развития экологического туризма, в том числе оказания финансовой помощи, выделения целевых бюджетных средств.

К основным задачам по развитию устойчивого туризма на государственном уровне можно отнести следующие:

- предоставление необходимой информационной и методической помощи по вопросам экологического туризма для местных

исполнительных органов и региональных организаций;

- разработка нормативных положений по экологической сертификации в сфере туризма;
- разработка систем поддержки для туроператоров и ООПТ, реализующих программы по экологическому туризму;
- организация системы обучения по вопросам экологического туризма для профессионалов туристского бизнеса и т. д.

Вторым направлением по развитию устойчивого туризма выступает развитие экологического туризма на особо охраняемых территориях.

Согласно Федеральному закону Российской Федерации «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.1995: «Особо охраняемые природные территории (ООПТ), – это участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного оборота и для которых установлен режим особой охраны. Особо охраняемые природные территории относятся к объектам общегосударственного значения» [6].

Определяют семь категорий ООПТ: государственные природоохранные заповедники (в том числе биосферные), национальные парки, природные парки, государственные природные заказники, памятники природы, дендрологические и ботанические сады, лечебно-оздоровительные местности и курорты [5].

Организация туризма на ООПТ должна регулироваться территориальными органами в целях обеспечения его ориентированности на принципы устойчивого развития.

Использование различных видов туристских услуг на коммерческой основе позволит получать доходы.

При организации туристской деятельности необходимо оценивать уровень нагрузки от нее на природный комплекс, вероятность снижения уровня экологической безопасности, основные направления негативного воздействия туристской деятельности на ООПТ. От результатов таких оценок зависит степень

регулирования туристско-рекреационной деятельности на ООПТ.

Эффективность реализации принципов устойчивого туризма на горных территориях зависит и от развития системы продвижения экологического туризма на территории. Основные направления политики продвижения экологического туризма на горной территории представлены на рис. 3. Как видно из рисунка, все три направления политики продвижения экологического туризма на горной территории тесно взаимосвязаны. Результаты реализации одного направления могут быть использованы при проведении мероприятий в рамках других направлений. При этом основой всех трех направлений политики продвижения экологического туризма на горной территории является информационная политика, позволяющая создать информационную базу, необходимую для разработки рекламной и PR-политики.

Банк рекламных материалов может быть использован для размещения рекламы с использованием разных видов рекламных средств. Важным направлением при продвижении экологического туризма на горной территории является разработка и проведение PR-политики (рис. 4).

PR-политика, осуществляемая ООПТ, должна быть ориентирована на туристов, местные и центральные органы власти, население региона, неправительственные организации, образовательные учреждения, СМИ.

Основой системы продвижения экологического туризма на горных территориях является информационная политика, где можно выделить два направления: информационная работа с местным населением и информационная работа с туристами. Информационная работа с местными жителями принесет результаты в случае вовлечения сообщества в



*Рис. 3. Схема основных направлений политики продвижения экологического туризма на горной территории / Fig. 3. The main directions of the policy of promoting ecological tourism in the mountain territory*

Первое направление политики продвижения экологического туризма на горной территории включает следующие блоки мероприятий:

- создание рекламных материалов;
- создание и размещение рекламы;
- проведение ознакомительных поездок и рекламных пресс-турсов;
- разработка и проведение рекламных кампаний;
- участие в туристических выставках и ярмарках.

Важным мероприятием в системе продвижения экологического туризма на горной территории является создание банка рекламных материалов, который может использоваться для размещения рекламы, проведения ознакомительных поездок и рекламных пресс-турсов, для проведения рекламных кампаний и участия в туристических выстав-

процесс реализации различных экологических проектов, в том числе и реализуемых на ООПТ.

*Результаты исследования и область их применения.* Алтай-Саянский регион расположен в центре Азиатского континента. Общая площадь региона составляет 1065300 км<sup>2</sup>. Алтай-Саянский регион находится в центре Евразии, на территории четырех государств, он имеет важное значение для входящих в него стран. Трансграничное положение региона обеспечивает пересечение интересов нескольких стран в отношении использования туристско-рекреационных ресурсов в вопросах загрязнения водных объектов и воздуха, миграции населения, транспортных связей, рынков сбыта и др. Наличие государственных границ оказывает на развитие туризма разнонаправленное действие.



*Рис. 4. Схема основных направлений PR-политики продвижения экологического туризма на горной территории / Fig. 4. The main directions of the PR policy for the promotion of ecological tourism in the mountain territory*

На территории Алтая-Саянского региона находятся 326 особо охраняемых природных территорий на площади 128 203 км<sup>2</sup> (15 заповедников, 11 национальных и 6 природных парков, 65 заказников, 229 памятников природы).

Среди них:

– Алтайский государственный природный биосферный заповедник, расположен на территории Республики Алтай, имеет федеральный статус, внесен в список Всемирного культурного и природного наследия ЮНЕСКО;

– Государственный природный биосферный заповедник «Катунский», расположен на территории Республики Алтай, имеет федеральный статус, внесен в список Всемирного культурного и природного наследия ЮНЕСКО;

– Государственный природный заповедник «Тигирекский», расположен в юго-западной части Алтайского края;

– Государственный природный биосферный заповедник «Убсунаурская котловина» – заповедник в Республике Тыва, представляет собой российскую часть трансграничного российско-монгольского объекта всемир-

ного наследия ЮНЕСКО «Убсунаурская котловина»;

– Катон-Карагайский государственный национальный природный парк, расположен на территории Восточно-Казахстанской области;

– Государственный природный биосферный заповедник «Саяно-Шушенский», заповедник входит в международную систему биосферных резерватов ЮНЕСКО;

– Национальный парк Алтай Таван Богд, расположен в западной части Монголии, граничит с Россией и Китаем;

– Маркакольский государственный природный заповедник, расположен в Восточно-Казахстанской области, в окрестностях оз. Маркаколь.

Горные территории Алтая-Саянского региона обладают благоприятными условиями для развития активного туризма всех направлений:

– водный туризм – разновидность активного (спортивного) туризма, включает сплавы на горных реках (рафтинг);

– автомототуризм – разновидность активных туристских путешествий на автомототранспорте;

- пешеходный (горный) туризм – разновидность активных туристских путешествий разной категории сложности;
- конный туризм – разновидность активного туризма, предполагающий походы разной степени сложности на конях;
- спелеология – разновидность активного туризма, предполагает спуск в пещеру и ее изучение;
- альпинизм – вид активного (спортивного) туризма, предполагающий подъем на вершины и перевалы трудной доступности с применением специального снаряжения;
- спортивно-охотничий и спортивно-рыболовный туризм.

Нами разработана факторная модель территориального туристского продукта трансграничных горных территорий Алтая-Саянского региона (рис. 5), из которой следует, что в Алтая-Саянском регионе возможно развитие практически всех видов туризма: познавательный, просветительский, научно-этнографический, событийный, альпинизм, спелеотуризм, спортивные виды туризма (водный, пеший, горно-спортивные виды туризма), авто-мото-велотуризм, путешествия на выночных животных (лошадях и верблюдах), охотничий, лечебно-оздоровительный, конгрессно-выставочный туризм и др.

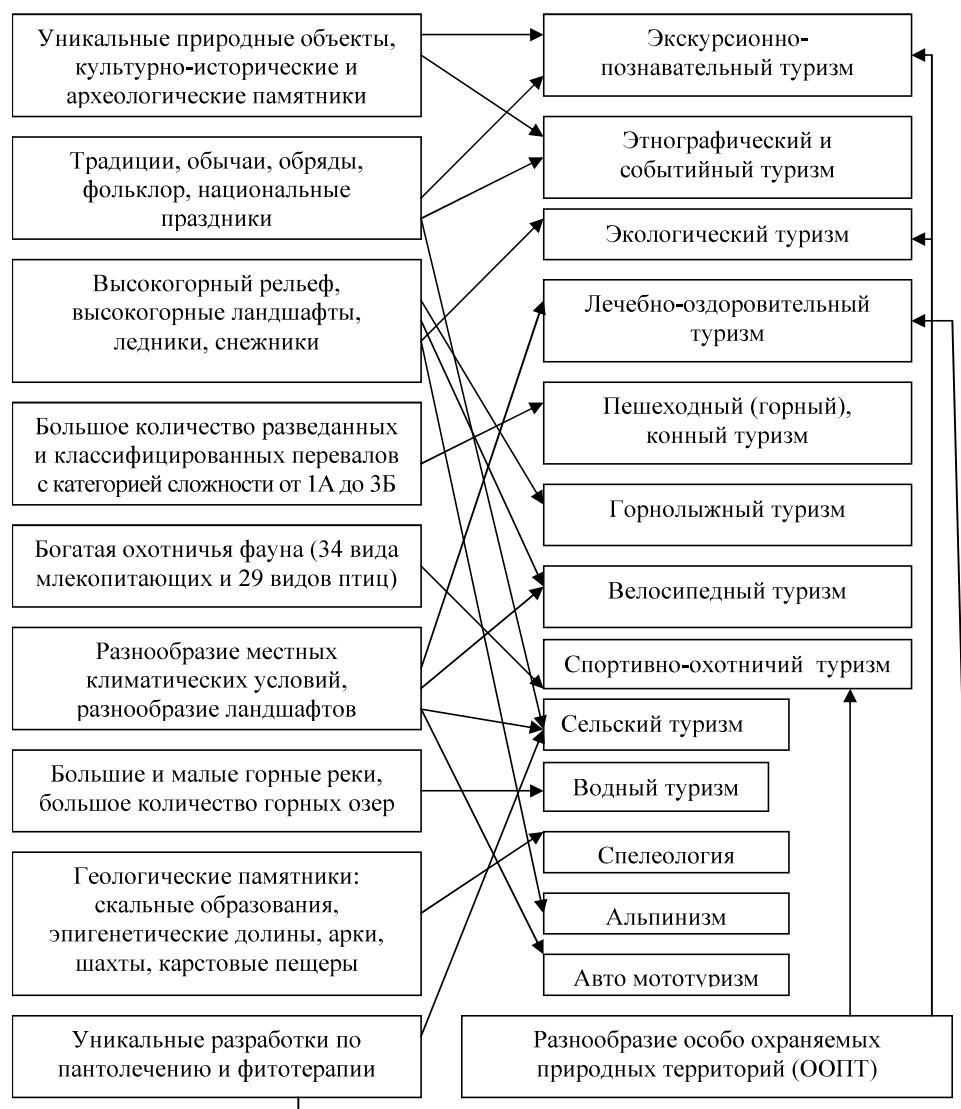


Рис. 5. Факторная модель территориального туристского продукта трансграничных горных территорий Алтая-Саянского региона / Fig. 5. Factor model of the territorial tourist product of the cross-border mountain territories of the Altai-Sayan region

Для развития всех видов активного туризма необходимо реализовать следующие меры:

- обустройство дорог и развитие придорожной инфраструктуры, решение проблемы дорожной безопасности для развития автомототуризма;
- строительство объектов туристской инфраструктуры;
- обеспечение экологической безопасности объектов туристского показа для сохранения их рекреационной привлекательности;
- разработка мероприятий по продвижению всех видов активного туризма.

Перспективным видом туризма на трансграничных горных территориях Алтай-Саянского региона является сельский туризм – разновидность рекреационного туризма, позволяющая горожанам приобщиться к традиционному укладу жизни сельских жителей. При этом организационное обеспечение проживания туристов (в том числе питание, досуг, обслуживание и др.) берет на себя принимающая семья.

Для развития сельского туризма в регионе необходимо реализовать следующее:

- сертификация усадеб, содействие их обустройству, в том числе путем оказания финансовой помощи на льготных условиях;

- обучение членов семей особенностям организации сельского туризма, оказания туристских услуг;
- продвижение и рекламирование усадеб, предлагающих сельский туризм;
- создание системы страхования строений и туристов, аутсорсинга бухгалтерских и налоговых функций.

**Заключение.** Анализ туристско-рекреационного потенциала трансграничных горных территорий Алтай-Саянского региона показал, что регион обладает достаточно богатым туристско-рекреационным потенциалом для развития разных видов туризма. Орографические и климатические условия региона, водные ресурсы, наличие богатой флоры и фауны, целебных источников являются благоприятными для развития экологического и водного туризма, альпинизма, экскурсионно-познавательного и лечебно-оздоровительного туризма. Природно-географические характеристики регионов позволяют проводить активные туристские путешествия разной категории сложности.

Реализация сильных сторон и преодоление слабых сторон условий развития туризма позволит увеличить спрос на территориальный туристский продукт и приведет к росту туристского потока на территории трансграничных горных территорий Алтай-Саянского региона.

---

#### Список литературы

---

1. Авакян Г. Е. Подходы к определению горных территорий: Проблемы горного хозяйства и расселения. М.: ИГАН СССР, 1989. 214 с.
2. Власова Т. И., Закорин Н. Д. Стратегические тенденции развития экологического туризма в Российской Федерации: монография. СПб.: Д.А.Р.К., 2009. 160 с.
3. Ганзей С. С. Международные трансграничные территории как объект геоэкономических исследований: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Владивосток, 2005. 40 с.
4. Дунец А. Н. Территориальная организация горных туристско-рекреационных систем (на примере Алтай-Саянского региона): монография. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2009. 167 с.
5. Стратегия развития Регионального Горного Центра Центральной Азии (РГЦ ЦА). URL: [ekh.unep.org/ISDC09/ISDC\\_241108/.../02\\_StrategyRGCCA\\_rus.doc](http://ekh.unep.org/ISDC09/ISDC_241108/.../02_StrategyRGCCA_rus.doc). (дата обращения: 25.11.2021). Текст: электронный.
6. Федеральный закон № 33-ФЗ от 14 марта 1995 г. URL: <https://minzdrav.gov.ru/documents/8012-federalnyy-zakon-33-fz-ot-14-marta-1995-g#:~:text> (дата обращения: 19.02.2022). Текст: электронный.
7. Чудновский А. Д., Жукова М. А. Управление индустрией туризма России в современных условиях. М.: КНОРУС, 2007. 345 с.
8. Халатов В. Ю., Абдульмянов С. Н. Геотопы горных территорий: дефиниции, подходы к изучению, охрана / В. Ю. Халатов, С. Н. Абдульмянов // География и природные ресурсы. 2013. №1. С. 19–25.

**References**

1. Avakyan G. Ye. *Podhody k opredeleniyu gornyh territoriy: Problemy gornogo hozyaystva i rasseleniya* (Approaches to the definition of mountain areas: Problems of mining and resettlement). Moscow: IGAN SSSR, 1989, 214 p.
2. Vlasova T. I., Zakorin N. D. *Strategicheskiye tendentsii razvitiya ekologicheskogo turizma v Rossiyskoy Federatsii: monografiya* (Strategic trends in the development of ecological tourism in the Russian Federation: monograph). St. Petersburg: D.A.R.K., 2009, 160 p.
3. Ganzev S. S. *Mezhdunarodnye transgranichnye territorii kak obyekt geoekonomiceskikh issledovaniy: avtoref. dis. ... d-ra geogr. nauk* (International transboundary territories as an object of geo-economic research: abstract dis. ... dr. geogr. sciences). Vladivostok, 2005, 40 p.
4. Dunets A. N. *Territorialnaya organizatsiya gornyh turistsko-rekreatsionnyh sistem (na primere Altaysko-Sayanogo regiona): monografiya* (Territorial organization of mountain tourist and recreational systems (on the example of the Altai-Sayan region): monograph). Barnaul: AltGTU Publishing House, 2009, 167 p.
5. *Strategiya razvitiya Regionalnogo Gornogo Tsentralnoy Azii* (RGTS TSA) (Strategy for the development of the Regional Mountain Center of Central Asia (RGC CA). Available at: [ekh.unep.org/ISDC09/ISDC\\_241108/.../02\\_StrategyRGCCA\\_rus.doc](http://ekh.unep.org/ISDC09/ISDC_241108/.../02_StrategyRGCCA_rus.doc). (date of access: 25.11.2021). Text: electronic.
6. *Federalny zakon № 33-FZ ot 14 marta 1995 g.* (Federal Law No. 33-FZ of March 14, 1995). Available at: <https://minzdrav.gov.ru/documents/8012-federalnyy-zakon-33-fz-ot-14-marta-1995-g#:~:text> (date of access: 02/19/2022). Text: electronic.
7. Chudnovsky A. D., Zhukova M. A. *Upravleniye industriyey turizma Rossii v sovremennyh usloviyah* (Management of the Russian tourism industry in modern conditions). Moscow: KNORUS, 2007. 345 p.
8. Khalatov V. Yu., Abdulmyanov S. N. *Geografiya i prirodnye resursy* (Geography and natural resources), 2013, no. 1, pp. 19–25.

**Информация об авторе**

*Глотко Андрей Владимирович*, д-р экон. наук, доцент ВАК, профессор кафедры экономической теории, Новосибирский государственный университет экономики и управления, г. Новосибирск, Россия. Область научных интересов: региональная экономика  
ganiish\_76@mail.ru

*Шелковников Сергей Александрович*, д-р экон. наук, профессор ВАК, профессор кафедры учета и финансовых технологий, Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Россия. Область научных интересов: государственная поддержка сельского хозяйства, устойчивое развитие  
shelkovnikov1@rambler.ru

*Кузнецова Инна Геннадьевна*, канд. экон. наук, доцент кафедры управления и отраслевой экономики, Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Россия. Область научных интересов: государственная поддержка человеческого капитала, устойчивое развитие сельских территорий  
finka31081988@list.ru

**Information about the author**

*Andrey Glotko*, doctor of economic sciences, associate professor, professor, Economic Theory department, Novosibirsk State University of Economics and Management, Novosibirsk, Russia. Research interests: regional economics

*Sergey Shelkovnikov*, doctor of economic sciences, professor, professor of the Accounting and Financial Technologies department, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk. Research interests: state support of agriculture, sustainable development

*Inna Kuznetsova*, candidate of economic sciences, associate professor, Management and Branch Economics department, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk. Research interests: state support of human capital, sustainable development of rural areas

**Для цитирования**

*Глотко А. В., Шелковников С. А., Кузнецова И. Г. Направления развития туризма на трансграничных горных территориях // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 4. С. 108–116. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-108-116.*

*Glotko A., Shelkovnikov S., Kuznetsova I. Directions of tourism development in cross-border mountain territories // Transbaikal State University Journal, 2022, vol. 28, no. 4, pp. 108–116. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-108-116.*

Статья поступила в редакцию: 04.04.2022 г.  
Статья принята к публикации: 07.04.2022 г.

УДК 338  
DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-117-125

## СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ РЫНОК РОССИИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

### THE RUSSIAN SHIPBUILDING MARKET CURRENT STATE AND PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT

**М. В. Неснова**, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,  
г. Санкт-Петербург  
mary.nesnova@gmail.com

**M. Nesnova**, Saint Petersburg State Marine Technical University,  
Saint Petersburg



**С**удостроение – одна из самых сложных и трудоемких отраслей тяжелой промышленности России. В нее входит производство гражданских судов, военных кораблей, объектов морской техники, а также судоремонт. Объектом данного исследования стал рынок гражданских судов. В работе рассмотрены транспортные суда, ледоколы и средства морской техники, созданные для освоения арктического шельфа. Поскольку развитие машиностроения, особенно судостроения, стратегически важно на фоне обострившейся политической ситуации, для оценки возможности импортозамещения внутри страны в качестве предмета исследования рассмотрены текущие тенденции, динамика, государственная поддержка, производственные мощности, рынки сбыта и технологии российского рынка гражданского судостроения. Методология и методы исследования: для проведения исследования использован комплексный подход – маркетинговое исследование на базе SWOT-анализа, работа с большими данными (Big Data) и статистическая информация из открытых источников. Работа велась от общего анализа всей судостроительной отрасли к показателям по отдельным типам судов. В результате исследования получены три различных результата. Среди основных из них можно выделить следующие: Россия утратила конкурентоспособность на мировом рынке транспортных судов; острая потребность в судах на внутреннем рынке, обусловленная моральным и физическим износом флота и растущими потребностями на внутренних водных путях; отсутствие алгоритма сбора и обработки данных в единой системе для оптимизации работы; в настоящее время работа в судостроении не позволяет использовать искусственный интеллект; отечественное судостроение переживает последствия введенных в 2014 г. санкций; спрос на транспортные суда имеет устойчивую тенденцию к росту. В ходе исследования, разработаны два варианта оптимизации деятельности: вертикальный и горизонтальный, которые подразумевают создание единой IT-платформы и полную цифровизацию всех процессов в судостроительной отрасли. Результаты исследования могут быть основой разработки единой стратегии развития морской техники для освоения Арктики, в которой будут обоснованы номенклатура, типоразмеры, использование отечественной судовой комплектации. Развитие судостроения в России необходимо для освоения инфраструктуры, организации и обеспечения работы на шельфе, перевозок пассажиров, создания условий для повышения уровня обороноспособности страны, роста смежных областей: радиотехники, металлургии и композиционных материалов, электроники, что, в свою очередь, влияет на создание рабочих мест

**Ключевые слова:** судостроение, гражданский флот, тенденции, рынок, экспорт, SWOT-анализ, Big Data, текущее состояние, перспективы, импортозамещение

**S**hipbuilding is one of the most complex and labor-intensive branches of the heavy industry in Russia. It includes production of civil ships, warships, marine facilities, as well as ship repair. *The object of this research* is the market of civil ships. Transport ships, icebreakers and marine equipment created for the Arctic shelf development are observed in the article. Since the development of mechanical engineering, especially shipbuilding is strategically important against the aggravated political situation, the current trends, dynamics, state support, production capacities, sales markets and technologies of the Russian civil shipbuilding market are considered as *the subject*

*of the research in order to assess the possibility of import substitution within the country. Research Methodology and Methods:* A complex approach has been used for the research - marketing research on the basis of SWOT-analysis, Big Data and statistical information from open sources. The work has traced the stages from the general analysis of the whole shipbuilding industry, to the indicators for individual types of ships. As a result of the research three different results are obtained. Among the main ones the following ones can be singled out: Russia has lost competitiveness in the global market of transport ships; the acute need for ships in the domestic market, due to the moral and physical deterioration of the fleet and the growing demand for inland waterways; lack of an algorithm for collecting and processing data in a single system to optimize the work; currently work in shipbuilding does not allow the use of artificial intelligence; domestic shipbuilding is experiencing the effects of sanctions introduced in 2014; demand for transport ships has a steady upward trend. In the course of the research, two options for business optimization have been developed: vertical and horizontal, which involve the creation of a unified IT platform and full digitalization of all processes in the shipbuilding industry. The results of the research can be a basis for working out unified strategy of marine equipment development for the Arctic exploration where nomenclature, standard sizes and use of domestic shipboard equipment will be substantiated. The shipbuilding industry development in Russia is necessary for infrastructure formation, organization and support of work on the shelf, passenger transportation, creation of conditions for improvement of the national defense potential, growth of related industries: radio engineering, metallurgy and composite materials, electronics, which in turn affects job creation

**Key words:** shipbuilding, civilian fleet, trends, market, export, SWOT-analysis, Big Data, current state, prospects, import substitution

**Введение.** Рынок судостроения характеризуется особенностями, которые касаются оценки текущего состояния и перспектив отрасли.

– во-первых, жизненный цикл продукции судостроения значительно дольше, чем продукции других отраслей. С момента разработки технического задания до начала эксплуатации судна проходит 3...10 лет. При этом переход от одного этапа к другому, например от проектирования к строительству, может занять годы. В результате становятся практически невозможно анализировать весь жизненный цикл проекта каждого судна;

– во-вторых, эффективность рынка судостроения оценивается не только количеством сданных судов, но и их грузоподъемностью – тоннажем. Поэтому для морских судов характерны значительные коэффициенты комплектности, но при использовании на внутренних водных путях приоритет отдается многофункциональности проекта;

– в-третьих, судостроительная отрасль крайне слабо автоматизирована, что не позволяет использовать современные методы оценки рынка судостроения. Кроме того, сбор и верификация информации затруднены секретностью отрасли и сложной бюрократической структурой.

Актуальные задачи судостроительной отрасли: импортозамещение и диверсификация. Для их решения на Дальнем Востоке

запущен проект судостроительного комплекса «Звезда», который в конце 2021 г. получил заключение о соответствии сухого дока техническим требованиям. Идет строительство 6-го танкера СПГ класса ARC7. Реализация проекта позволит значительно расширить производственные и номенклатурные мощности отрасли.

В июле 2021 г. в России утвержден национальный стандарт работы с анализом больших данных – ГОСТ «Информационные технологии. Большое количество данных. Обзор и словарь».

Документ направлен на обеспечение оперативного обмена данными, включая анализ большого объема информации (Big Data), между государственными органами, исследовательскими центрами, бизнес-компаниями и государственным сектором. В ГОСТе представлены все термины и понятия, используемые в мировом сообществе с переводом на русский язык. Внедрение стандарта позволит обеспечить взаимодействие между участниками производства информации, что, в свою очередь, будет способствовать развитию отрасли. Однако важно помнить о специфике судостроительной отрасли – отсутствии оперативного обмена информацией в полном объеме [5].

Объектом исследования является судостроительный рынок России. В качестве предмета исследования рассмотрены теку-

щие тенденции, динамика, государственная поддержка, производственные мощности, рынки сбыта и технологии российского рынка гражданского судостроения.

Цель исследования – выполнить подробный анализ, информацию из которого можно будет использовать для создания стратегии в дальнейшем.

Для этого были поставлены следующие задачи:

- 1) подобрать данные по гражданскому судостроению;
- 2) использовать метод SWOT-анализа;
- 3) использовать метод Big Data Science;
- 4) использовать метод работы с открытыми источниками;
- 5) систематизировать данные, полученные в ходе исследований тремя методами;
- 6) предложить варианты оптимизации деятельности судостроительной отрасли;
- 7) аргументировать возможность применения изложенных вариантов.

Методология исследования, представленная в статье, заключается в использовании комплексного подхода к анализу существующей ситуации в судостроительной отрасли России.

Применялись три метода исследования:  
1. SWOT-анализ.

Исследования проводятся на микро- и макроуровнях.

Позволяет строить стратегическое планирование на основе выявления сильных и слабых сторон, возможностей и угроз. Универсальный инструмент, подходящий для любой отрасли [1].

2. Анализ больших данных.

Анализ основан на большом количестве данных, которые мы получаем, вызывая определенные библиотеки.

Анализ состоял из четырех больших этапов [3; 4; 6]:

- 1) сбор и подготовка данных;
- 2) обучение и проверка модели машинного обучения;
- 3) подготовка к расчету прибыли;
- 4) расчет прибыли и риска.

Для обучения модели подходит только линейная регрессия (остальные недостаточно предсказуемы).

В задании рассматривались четыре региона: Северо-Западный, Центральный, Южный, Дальневосточный.

Бюджет строительства единиц морской техники составляет 10 млрд р., стоимость строительства одного судна – 50 млн р.

Не рассматривались регионы, где риск потерь выше 2,5 %. Из остальных выбирался регион с наибольшей средней прибылью [7].

В результате можно выявить наиболее эффективный район судостроения с учетом количества построенных кораблей и их тоннажа.

3. Обработка информации Росстата и открытых источников.

Собраны данные из открытых источников аналитических исследований, статистически упорядочены, сделаны выводы.

Использовались данные Росстата, Министерства промышленности и торговли Российской Федерации и информационного агентства INFOline [2].

Наиболее акцент сделан на анализе Объединенной судостроительной корпорации (ОСК), поскольку ей принадлежит наибольшее количество предприятий отрасли.

*Разработанность темы.* Работ, посвященных анализу судостроительного рынка в России, достаточно много. Исследования носят преимущественно стратегический и кросс-программный характер, без прикладного применения.

Например, во ФГУП “Крыловский государственный научный центр” – ведущем научном центре судостроения, ежегоднодается полный отчет в отрасли о состоянии рынка и его номенклатуре. Работа выполняется на базе исследований Clarksons Research, информации, предоставляемой компанией Бизнес-Порт, а также собственных наработок (присвоение номеров судам, отчетность предыдущих лет).

В результате информация собрана без привязки к другим видам исследований - производится оценка лишь доступных количественных показателей, не учитывая стратегические аспекты и информацию, доступную лишь на самих предприятиях.

*Другие доступные материалы* (статьи, доклады). Авторы ссылаются на отчет Крыловского центра с добавлением анализа причинно-следственных связей. В данной работе проведено полномасштабное исследование, которое рассматривает и количественные показатели по производству и спуску судов, и качественные посредством SWOT-анализа на основании фактов, а также специально для этого написан алгоритм об-

учения искусственного интеллекта для сбора и систематизации данных. Последняя часть работы представляет отдельное исследование и сокращено для четкого изложения исключительно до самих результатов.

#### *Результаты исследования.*

**Метод SWOT-анализа.** Для оценки текущего состояния судостроительной отрасли России проведен SWOT-анализ, который позволил выявить сильные стороны рынка, а также обозначил точки его роста.

**Сильные стороны российского судостроения:**

- налаженная производственная система;
- накопленный опыт и наработки XX в.;
- внимание и инвестиции государства;
- значительный объем внутреннего рынка сбыта ( работа на Северном морском пути, обеспечение транспортировки углеводородов с шельфа и развитие арктической инфраструктуры, организация северного завоза по внутренним водным путям, рыболовство).

Сильные стороны определяют ряд возможностей для отрасли и ее развития [10]:

- наличие острой потребности на внутреннем рынке (высокая степень физического и морального износа эксплуатируемых судов, возраст которых превышает 40 лет, с возможным сроком службы 24 года);
- необходимость обеспечения заказами производственных мощностей судостроительных предприятий;
- развитие системы лизинговых продаж;
- привлечение иностранных лидеров к сотрудничеству для развития собственных технологий.

Однако не следует упускать из виду имеющиеся трудности – слабые стороны российского судостроения [12]:

- заметное технологическое отставание российских производителей от мировых лидеров судостроения;
- зависимость от государственной поддержки (приоритизация, стратегии развития, присутствие в Арктике как фактор роста спроса на суда для перевозки углеводородов и создания инфраструктуры, монополизирующее участие крупных корпораций);
- инерция развития – проблемы автоматизации производства, наукоемкость;
- режим предприятий и конфиденциальность (секретность) информации для передачи другим предприятиям для оптимизации работы;

– последствия введенных санкций в 2014 г. – иностранное оборудование и комплектующие составили 50...70 % проектов, что привело к увеличению сроков строительства.

Эти недостатки создают ряд угроз для развития отрасли:

- нарастающее технологическое отставание от ведущих судостроительных стран;
- снижение спроса на внутреннем рынке;
- снижение конкурентоспособности страны;

– необходимость заказа за рубежом высокотехнологичных судов для реализации шельфовых проектов, имеющих, в свою очередь, стратегическое значение для России на мировой арене.

**Метод анализа больших данных.** Анализ больших данных позволил сделать следующие выводы:

- 1) выявлено, что лучшим регионом для строительства кораблей в РФ является 1-й регион (Северо-Западный). Однако самым прибыльным является 4-й регион (Дальний Восток);
- 2) информация, предоставленная для 4-го региона, не может быть принята во внимание, так как данные неверны;
- 3) исследования показали, что объем данных, которые можно загрузить для аналитики, слишком мал и неинформативен. Следовательно, модели, обученные на этих данных, не могут быть основой для дальнейшего прогнозирования. Принятие решений на основе полученных исследований сопряжено с высоким риском.

Этот вывод подтверждает конфиденциальность информации, что не позволяет оптимизировать работу и проводить полноценное информативное исследование даже с использованием метода Big Data Science.

**Метод открытых источников.** Результаты собраны благодаря информации, опубликованной Росстата, INFOline и ЦНИИМФ [8; 10].

Сосредоточимся на трех пунктах:

- 1) состояние гражданского флота Российской Федерации;
- 2) текущие тенденции и динамика российского рынка гражданских судов;
- 3) экспорт продукции российского судостроения.

В настоящее время более 64 % транспортных судов имеют возраст старше 30 лет (при нормативном сроке эксплуатации 24 года). Срез по флоту представлен на рис. 1.

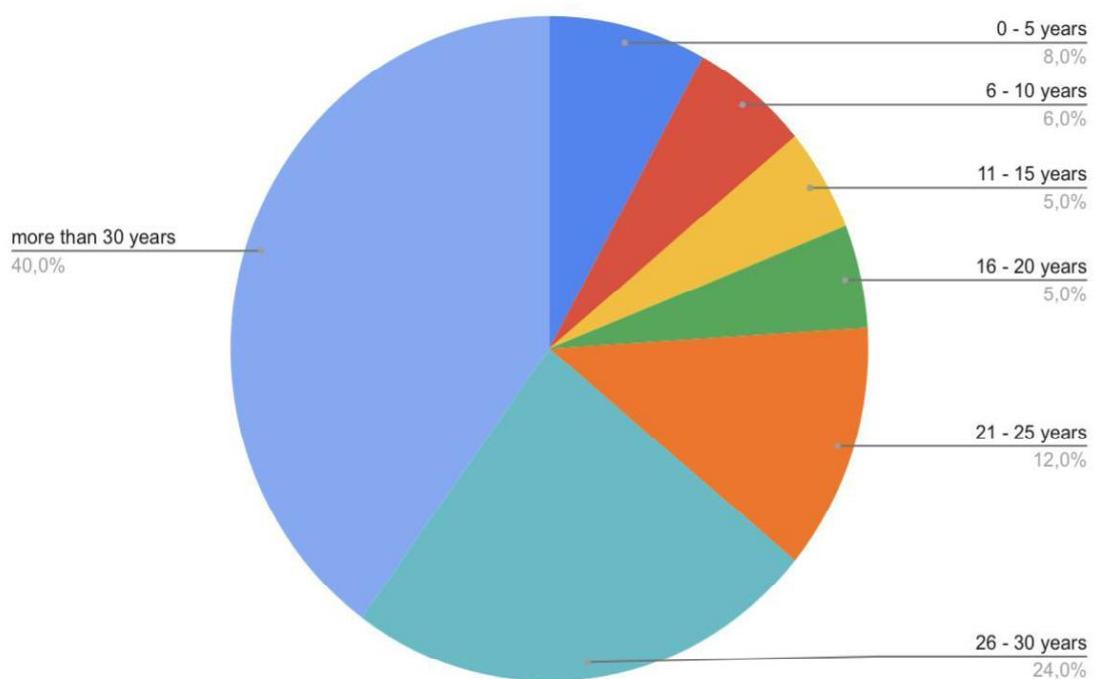


Рис. 1. Возраст флота / Fig. 1. Age of the fleet

Российский транспортный парк на 15 % старше зарубежного. Поэтому вне зависимости от потребности в кораблях первоочередной задачей является замена существующих частей флота [10].

Отечественный рынок судостроения на-прямую зависит не только от государствен-ной поддержки, но и от внешнеэкономиче-ской конъюнктуры. В таблице видно сильное проседание строительства судов в период экономического кризиса 2014–2015 гг. и, как следствие, падение грузооборота. Однако сейчас отечественное судостроение наращи-

вает темпы производства судов всех типов, в основном, транспортных. Динамика приро-ста судов, построенных в России, представ-лена в табл. 1.

Состав флота по сравнению с 2020 г. увеличился на 2,1 %.

Треть российского судостроения – транспортный флот (567 единиц из 1453). Если рассматривать по вместимости, то это уже 19,72 млн т из 23,2 млн т общего тоннажа судов, которые использовались в 2021 г. Под-робная информация о структуре судострое-ния в 2021 г. приведена в табл. 2 [9].

Таблица 1 / Table 1

Тренды соотношения производителей флота в период с 2011 по 2019 гг. /  
Trends in the ratio of fleet manufacturers in the period from 2011 to 2019

Годы / Years	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Всего / Total	34	36	35	19	6	11	25	29	32
Российские верфи / Russian shipyards	9	18	20	9	3	4	8	11	22
Зарубежные верфи / Foreign shipyards	25	18	15	10	3	7	17	18	10

Таблица 2 / Table 2  
*Структура отечественного флота /  
Structure of the domestic fleet*

Наимено- вание / Name	Количество, шт. / Quantity, units	Дедвейт, млн т / Deadweight, million tons
Total ships	1453	23,2
Transport	567	19,72
Providing	436	1,62
Fishery	421	1,62
Research	29	0,24

Имеет место рост спроса на грузовые суда ледового класса, ледоколы, сухогрузы смешанного плавания. Это связано с приоритетным направлением развития государства – освоением арктического шельфа и Северного морского пути [11].

Сохраняется высокая зависимость от импорта – производство оборудования, строительство высокотехнологичных судов. Южная Корея считается наиболее интересным партнером.

Все судостроительные предприятия входят в структуру управления. Крупнейшая – Объединенная судостроительная корпорация. Такие объединения позволяют обеспечивать

предприятия заказами и технологически развиваться в одном темпе.

Наибольший интерес со стороны заказчиков и государства вызывают крупные предприятия, которые становятся крупными игроками на рынке, лишая возможности чистой конкуренции на отечественном рынке судостроения.

Позиции России, как экспортёра, достаточно слабы. Во-первых, на рынке наблюдается переизбыток предложений от азиатских верфей. Во-вторых, технологическое отставание и сроки строительства и, как следствие, дороговизна кораблей.

Структура экспорта российских кораблей выглядит следующим образом (рис. 2) [9].

В последние годы наметилась тенденция увеличения доли заказов от российских судостроительных предприятий.

Российская судостроительная отрасль переживает переломный момент – настало время кардинальных мер. На основе анализа предлагается два варианта оптимизации судостроительной деятельности:

#### 1) горизонтальный подход

Создание единой ИТ-платформы на базе существующих программ путем разработки единой «бесшовной» системы: на базе одного предприятия создается и внедряется экосистема, объединяющая все технологии и

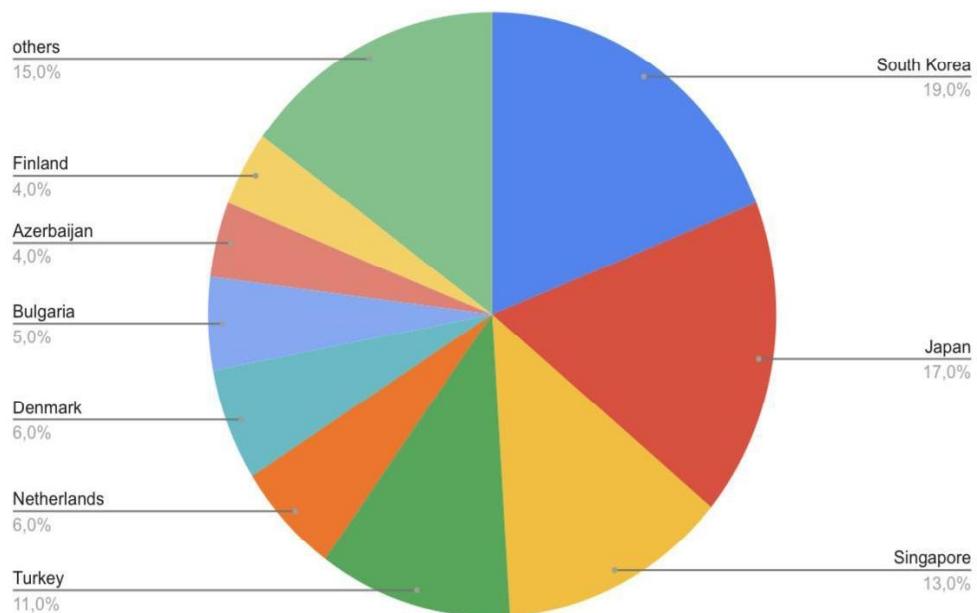


Рис. 2. Структура экспорта российских судов / Fig. 2. Export structure of Russian ships

сервисы через открытый протокол API и интерфейс Low code. Такая система позволит хранить данные, строить графические чертежи в режиме реального времени, использовать шаблоны, готовые решения. Кроме того, система предоставит широкие возможности визуализации и простые настройки. Апробация настроек на одном предприятии с узкой специализацией позволяет создать готовое решение для других предприятий подобного профиля. В случае успешного запуска такой экосистемы на одном предприятии возможно внедрение платформы на других предприятиях: проводится пусковой тест системы – тестирование прототипа.

Таким образом, можно разработать готовые решения для производства различных типов кораблей/МТ объектов и объединить их в одну ИТ-среду.

Для проведения исследования необходимо убедиться, что объекты модернизированы и используют аналогичные рабочие мощности. В противном случае платформа будет использоваться локально;

## 2) вертикальный подход

Этот подход основан на использовании технологии больших данных и направлен на глубокую цифровизацию не только самих предприятий, но и отрасли в целом:

- потребность в судах и МТ (номенклатура, количество, ледовый класс – при необходимости типоразмеры);
- строительство (корабль/объект и комплектующие);
- параметры ввода в эксплуатацию;
- логистика и навигация;
- обеспечение инфраструктуры;
- прогнозирование потребностей;
- аналитика показателей на всех этапах жизненного цикла судна;
- дополнительное использование.

Большие данные – это большие объемы информации, которые обрабатываются математическими алгоритмами. Например, алгоритм разработки решения для судостроительной отрасли. Задача модели – спрогнозировать эффективность производства

определенного типа судна с учетом вложенных в него инвестиций и объема потребностей, которые должны быть удовлетворены с его помощью.

Для разработки проекта будут использованы следующие библиотеки: Pandas, Matplotlib, Sklearn [6; 3].

### Алгоритм выполнения работы.

1. Подготовка необходимых данных (сбор, очистка).
2. Анализ данных.
3. Разработка моделей и обучение.
4. Подведение итогов исследования.

Подобный алгоритм можно построить относительно любой переменной и наблюдать за результатами изменений в режиме реального времени, изменять параметры и корректировать критерии.

Использование массивов данных и их обработка в судостроении возможны на всех этапах жизненного цикла судов и средств МТ. Однако производственные фонды предприятий настолько изношены, что не в состоянии предоставлять информацию регулярно и в необходимом объеме, а существующая инфраструктура еще не готова к обработке таких данных.

**Заключение.** Судостроение в России переживает переходный этап. В работе описан метод оценки текущего состояния отечественной промышленности; проведен SWOT-анализ; собрана информация по каждой верфи по количеству сданных и законтрактованных судов; сделаны выводы. Использование предложенных подходов позволяет сделать анализ о спросе, потребностях, оперативно отслеживать и передавать информацию о перевозках и логистике, проектировать, прогнозировать. Конфиденциальность информации оправдана в военном кораблестроении, в гражданском судостроении секретность, по нашему мнению, лишь сдерживает развитие. Мировые лидеры гражданского судостроения активно используют технологии больших данных, что дает положительные результаты.

---

### Список литературы

---

1. Akhunzhanova, I. N., Tomashevskaya Yu. N., Drozd O. V. Management of the regional economy: world trends and prospects for the development of shipbuilding clusters in // Bulletin of the South Ural State University. Series "Economics and Management". 2015. No. 1. vol. 9. C. 7–16.
2. Bocharova I. Yu., Pogonev S. V. Trends in the development of shipbuilding in the context of improving corporate governance // Naukovedenie. 2013. No. 4. C. 1–4.

3. Davy Cielen, Arno D. B. Meysman. Mohamed Ali. Introducing Data Science: Big Data, Machine Learning, and more, using Python Tools // Manning Publications Co. 2016. C. 1–85.
4. Ian Langmore, Daniel Krasner. Applied Data Science. 2016. 141 c. URL: <https://www.freetechbooks.com/applied-data-science-t1054.html> (дата обращения: 21.03.2022). Текст: электронный.
5. Ministry of Industry and Trade: Russian shipyards to hand over 109 vessels and ships in 2018. URL: <http://sudostroenie.info/novosti/22729.html> April 19, 2018 Department of Shipbuilding Industry and Marine Technology (дата обращения: 21.03.2022). Текст: электронный.
6. Nina Zumel. John Mount. Practical Data Science with R. // By Manning Publications Co. 2014. C. 417.
7. Official calculation of the ranking of regions. URL: <https://www.rbc.ru/specials/21/07/2020/5f1186599a79474d3fccacd2> (дата обращения: 21.03.2022). Текст: электронный.
8. Shipbuilding firms threatened as orders slump to 3,158 vessels. January 24, 2018. URL: <https://guardian.ng/business-services/maritime/shipbuilding-firms-threatened-as-orders-slump-to-3158-vessels> (дата обращения: 21.03.2022). Текст: электронный.
9. South Korea and the development of offshore shipbuilding in the Russian Far East // Russian Council for International Affairs. April 29, 2014. URL: [http://shipbuilding.ru/rus/articles/shelf\\_dfo](http://shipbuilding.ru/rus/articles/shelf_dfo) (дата обращения: 21.03.2022). Текст: электронный.
10. Strategy for the development of maritime activities of the Russian Federation [until 2030. approved Decree of the Government of the Russian Federation of December 24, 2012 No. 2514-р].
11. Wes McKinney Python for Data Analysis Released // Publisher(s): O'Reilly Media, Inc. 2012, October. C. 470. ISBN: 9781449319793.
12. We look beyond the horizon: the annual report of the United Shipbuilding Corporation for 2015. URL: <https://www.aoosk.ru/press-center/media-corporation/growth-in-russia-s-shipbuilding/> February 25, 2020 (дата обращения: 21.03.2022). Текст: электронный.

## References

---

1. Akhunzhanova, I. N., Tomashevskaya Yu. N., Drozd O. V. *Bulletin of the South Ural State University. Series "Economics and Management"* (Bulletin of the South Ural State University. Series "Economics and Management"), 2015, no. 1, vol. 9, pp. 7–16.
2. Bocharova I. Yu., Pogonev S. V. *Naukovedenie* (Naukovedenie), 2013, no. 4, pp. 1–4.
3. Davy Cielen, Arno D. B. Meysman. *Manning Publications Co* (Manning Publications Co), 2016, pp. 1–85.
4. Ian Langmore, Daniel Krasner. *Applied Data Science* (Applied Data Science), 2016, 141 p. Available at: <https://www.freetechbooks.com/applied-data-science-t1054.html> (Date of access: 03/21/2022). Text: electronic.
5. *Ministry of Industry and Trade: Russian shipyards to hand over 109 vessels and ships in 2018* (Ministry of Industry and Trade: Russian shipyards to hand over 109 vessels and ships in 2018). Available at: <http://sudostroenie.info/novosti/22729.html> April 19, 2018 Department of Shipbuilding Industry and Marine Technology (Date of access: 03/21/2022). Text: electronic.
6. Nina Zumel. John Mount. *By Manning Publications Co* (By Manning Publications Co), 2014, p. 417.
7. *Official calculation of the ranking of regions* (Official calculation of the ranking of regions). Available at: <https://www.rbc.ru/specials/21/07/2020/5f1186599a79474d3fccacd2> (Date of access: 03/21/2022). Text: electronic.
8. *Shipbuilding firms threatened as orders slump to 3,158 vessels. January 24, 2018* (Shipbuilding firms threatened as orders slump to 3,158 vessels. January 24, 2018). Available at: <https://guardian.ng/business-services/maritime/shipbuilding-firms-threatened-as-orders-slump-to-3158-vessels> (Date of access: 03/21/2022). Text: electronic.
9. *Russian Council for International Affairs. April 29, 2014* (Russian Council for International Affairs. April 29, 2014). Available at: [http://shipbuilding.ru/rus/articles/shelf\\_dfo](http://shipbuilding.ru/rus/articles/shelf_dfo) (Date of access: 03/21/2022). Text: electronic.
10. *Strategy for the development of maritime activities of the Russian Federation* (Strategy for the development of maritime activities of the Russian Federation [until 2030. approved Decree of the Government of the Russian Federation of December 24, 2012 No. 2514-р]).
11. Wes McKinney *Python for Data Analysis Released* (Wes McKinney Python for Data Analysis Released). Publisher(s): O'Reilly Media, Inc. 2012, October. C. 470.
12. *We look beyond the horizon: the annual report of the United Shipbuilding Corporation for 2015* (We look beyond the horizon: the annual report of the United Shipbuilding Corporation for 2015). Available at: <https://www.aoosk.ru/press-center/media-corporation/growth-in-russia-s-shipbuilding/> February 25, 2020 (Date of access: 03/21/2022). Text: electronic.

**Информация об авторе****Information about the author**

Неснова Мария Валентиновна, ассистент кафедры управления судостроительным производством, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, г. Санкт-Петербург, Россия. Область научных интересов: экономическая безопасность регионов/предприятий, трансфер технологий, маркетинговые исследования, интеллектуальная собственность, создание стартапов, капитализация нематериальных активов, брендинг регионов  
mary.nesnova@gmail.com

Maria Nesnova, assistant, Shipbuilding Production Management department, St. Petersburg State Maritime Technical University, St. Petersburg, Russia. Research interests: economic security of regions/enterprises, technology transfer, marketing research, intellectual property, startup creation, capitalization of intangible assets, branding of regions, building a personal brand

**Для цитирования**

Неснова М. В. Судостроительный рынок России: состояние и перспективы // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 4. С. 117–125. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-117-125.

Nesnova M. The Russian Shipbuilding Market Current State and Perspectives of Development // Transbaikal State University Journal, 2022, vol. 28, no. 4, pp. 117–125. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-117-125.

Статья поступила в редакцию: 14.04.2022 г.

Статья принята к публикации: 19.04.2022 г.

УДК 334  
DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-126-134

## РОССИЙСКО-КИТАЙСКОЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В КОНЦЕПЦИИ ГЛОБАЛЬНОЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ

### RUSSIAN-CHINESE ECONOMIC COOPERATION IN THE CONCEPT OF GLOBAL DIGITALIZATION



**В. А. Останин,**  
Российская таможенная академия,  
Владивостокский филиал,  
г. Владивосток  
ostaninva@yandex.ru



**В. Ф. Печерица,**  
Дальневосточный федеральный  
университет, г. Владивосток  
prof.pecheritsa@gmail.com



**А. В. Бояркина,**  
Дальневосточный федеральный  
университет, г. Владивосток  
aboyarkina@gmail.com

**V. Ostanin,**  
Russian Customs Academy, Vladivostok  
Branch ostaninva@yandex.ru

**V. Pecheritsa,**  
Far Eastern Federal University, Oriental  
Institute – School of Regional and  
International Studies, Vladivostok

**A. Boyarkina,**  
Far Eastern Federal University, Oriental  
Institute – School of Regional and  
International Studies, Vladivostok

Статья посвящена анализу формирования на территории Евразии Международного кредитно-финансового института, имеющего некоторые общие признаки с Международным валютным фондом, на базе партнерства с участием Китая, Индии, Пакистана, Ирана и других стран. Такой международный интеграционный финансово-кредитный институт может стать реальностью только на базе всеобщей глобальной цифровизации входящих в союз стран. Это интегральное сообщество будет оставаться открытым для других государств. Возникающие при международной интеграции противоречия могут получать свои цивилизованные формы разрешения в модели конфликтно-компромиссной парадигмы. Данная постановка проблемы формирования международного финансово-кредитного института на территории ответственности стран Юго-Восточной Азии, России, стран Евразийского экономического союза позволяет окончательно подорвать позиции доллара США в международных расчетах. Цель и задачи исследования – раскрыть глобальный тренд в формировании новой финансово-экономической реальности в условиях нарастания активности в формировании единого цифрового пространства, перехода на расчеты в национальных валютах и перехода в расчетах на цифровые валютные платежные средства, а в дальнейшем – на мировые резервные цифровые платежные средства. В качестве объекта исследования выступает региональная финансово-кредитная система, способная обеспечить снижение рисков потерь валютных средств от реализации враждебной санкционной политики других государств, в первую очередь, США. Предмет исследования – модели создания мировых платежных средств на базе цифровых валютных платежных средств стран, входящих в союз стран Юго-Восточной Азии, России, а также других стран, желающих войти в союз. Полученные выводы имеют научную и практическую ценность в результате достаточной верификации, обеспеченнной применением современных научных методов исследования, в том числе, историко-логического, сравнительного анализа, методами научной индукции, сравнительного анализа. Применение сравнительно-функционального, системного подхода позволяет получить результаты, имеющие достаточную доказательную, методологическую базу при формировании Евразийского валютного фонда. Анализ современной экономической и политической литературы свидетельствует о признании большой как теоретической, так и практической проблемы относительно новой архитектуры экономических, финансовых, валютных отношений в рамках предполагаемой будущей модели Евразийского платёжного союза.

**Ключевые слова:** цифровизация, внешняя политика, национальные цели развития России и Китая, Евразийское платежное пространство, Евразийский валютный фонд, конкурентные преимущества цифровых экономик, экономическое сотрудничество, Международный кредитно-финансовый институт, доллар США, международные расчеты

The article is devoted to the analysis of the formation on the territory of Eurasia of an international credit and financial institution, which has some common features with the International Monetary Funds, on the basis of partnership with the participation of China, India, Pakistan, Iran and other countries. This international integration financial and credit institution can become a reality only on the basis of the general global digitalization of the countries that are members of the union. This integral community will remain open to other states. The contradictions that arise during international integration can receive their civilized forms of resolution in the model of the conflict-compromise paradigm. This formulation of the problem of the formation of an international financial and credit institution in the territory of responsibility of the countries of Southeast Asia, Russia, the countries of the Eurasian Economic Union made it possible to finally undermine the position of the US dollar in international settlements. *The purpose and objectives of the study* are to reveal the global trend in the formation of a new financial and economic reality in the context of increasing activity in the formation of a single digital space, switching to settlements in national currencies and switching to digital currency means of payment in settlements, and in the future, to global reserve digital payment instruments facilities. *The object of the study* is the regional financial and credit system, which is capable of reducing the risks of losses of foreign exchange funds from the implementation of the hostile sanctions policy of other states, primarily the United States. *The subject of the study* is the model for creating global means of payment based on digital currency means of payment of countries that are members of the Union of Southeast Asian countries, Russia, as well as other countries wishing to join the Union. The conclusions obtained have scientific and practical value as a result of sufficient verification, provided by the use of modern scientific research methods, including historical and logical, comparative analysis, methods of scientific induction, comparative analysis. The use of a comparative-functional, systematic approach makes it possible to obtain results that have a sufficient evidence-based, methodological basis in the formation of the Eurasian Monetary Fund. The analysis of modern economic and political literature testifies to the recognition of a large theoretical and practical problem regarding the new architecture of economic, financial, and monetary relations within the framework of the proposed future model of the Eurasian Payments Union

**Key words:** digitalization, foreign policy, national development goals of Russia and China, Eurasian payment space, Eurasian Monetary Fund, competitive advantages of digital economies, economic cooperation, International Credit and Financial Institute, US dollar, international settlements

**Введение.** Формирование в Евразии международного кредитно-финансового института стало одним из механизмов глобальных антикризисных мер, направленных на обеспечение устойчивого развития мировой экономики таких крупных держав, как Российская Федерация и КНР. Они определяют острые проблемы регулирования современной мировой валютной системы, уже не способной отвечать на вызовы мировой экономики.

21 июля 2020 г. президент В. В. Путин подписал Президентский указ «О национальных целях развития Российской Федерации до 2030 года» [5], в котором установлены пять национальных целей развития России, в том числе:

- 1) сохранение населения, здоровье и благополучие людей;
- 2) возможности для самореализации и развития талантов;
- 3) комфортная и безопасная среда для жизни;
- 4) достойный эффективный труд и успешное предпринимательство;
- 5) цифровая трансформация.

**Объектом исследования** выступает региональная финансово-кредитная система, способная обеспечить снижение рисков потерь валютных средств от реализации враждебной санкционной политики других государств, в первую очередь, США. **Предмет исследования** – модели создания мировых платежных средств на базе цифровых валютных платежных средств стран, входящих в союз стран Юго-Восточной Азии, России, а также других стран, желающих войти в союз.

**Цель и задачи исследования:** раскрыть глобальный тренд в формировании новой финансово-экономической реальности в условиях нарастания активности в формировании единого цифрового пространства, перехода на расчеты в национальных валютах и перехода в расчетах на цифровые валютные платежные средства, а в дальнейшем – на мировые резервные цифровые платежные средства.

**Методология исследования.** В работе задействованы сравнительно-функциональный, системный подходы, которые позволяют получить результаты, обладающие достаточной доказательной, методологической базой

при формировании Евразийского валютного фонда.

*Результаты исследования и область их применения.* Если обратиться к современному опыту Китая, то можно отметить бурный рост цифровизации экономики. Приоритеты отдаются электронной торговле, финансовым технологиям, сферам производства, а также тем сферам, которые затрагивают повседневную жизнь граждан. Китайское правительство в возможностях цифровизации видит реальное средство укрепления технологического потенциала, способного достичь потенциал развитых стран-мировых лидеров. Для достижения своих целей Китай стремится совершенствовать законодательство, стимулирующее инновации и конкуренцию, реализует программы, направленные на повышение квалификации специалистов, которые способны реагировать на риски, обеспечивать сохранение социальных гарантий. Результатом осуществляемых программ цифровизации в Китае можно считать индекс цифрового развития, определяемый по методике Организации экономического развития и сотрудничества (ОЭСР). Так, на долю цифрового сектора в Китае приходится до 6 % в структуре Валового внутреннего продукта (ВВП). Для сравнения: в Японии и Республике Корея на эту сферу приходится 8...10 %. В макрополисах Шанхай, Пекин уровень цифровизации достигает 45 %, в центральных районах Хэнань, Аньхой – около 15 %. По данным МВФ, Китай реализует 40 % глобальных электронных сделок, доля в розничной торговле достигает до 15 %, что превысило соответствующий показатель США (15 %) [11].

Эти данные вполне вписываются в тенденцию, которая была выработана на XIX съезде КПК в 2017 г., на котором руководитель партии Си Цзиньпин констатировал, что цифровая экономика получила бурное развитие, а Китай должен стать передовой державой в области науки и техники, космонавтики и сетевого пространства, в области качества выпускаемой продукции, транспортных коммуникаций и цифровых технологий [6].

Если обратиться к докладу Генерального секретаря ЦК КПК Си Цзиньпина на XIX Всекитайском съезде КПК, то можно сделать вывод о том, что создание инновационной модернизированной экономической системы потребует применения новых прорывных

технологий «для построения мощной научно-технологической державы... цифровой экономики» [21. С. 3].

Приведенные данные дают достаточно оснований для вывода о том, что Китай займет ведущее положение в области цифровизации всех сфер экономической, социальной жизни, далеко опередив другие страны. Доля цифровой экономики к 2030 г., по расчетам экономистов, достигнет 50 % в структуре ВВП [1; 10]. В программной речи в Ханчжоу «Путь вперед: построение инновационной энергичной, взаимосвязанной и инклюзивной экономики» руководитель Китая Си Цзиньпин заявил следующее: «Мы должны воспользоваться историческими возможностями, которые предоставляют инновации, новая научно-техническая революция, промышленная трансформация и цифровая экономика, для повышения среднесрочного и долгосрочного потенциала роста мировой экономики». Это позволит ускорить реализацию модели цифровой инфраструктуры, создать материальные предпосылки для обмена ресурсами данных, ускорить построение цифрового Китая [20].

Китай стремится к реформированию и большей открытости политической и социальной систем. «Только реформы и открытость могут обеспечить развитие Китая... Социализм с китайской спецификой родился в условиях реформ и открытости, и он получил развитие и обретает могущество опять-таки в их условиях» [7. С. 3].

Для России стратегически важно максимально использовать опыт Китая в построении современной экономики с опорой на всеобщую цифровизацию [10. Р. 182]. Здесь вполне уместно реализовать тезис Президента РФ В. В. Путина, суть которого можно выразить применительно к целям настоящей статьи – «Поймать китайский ветер в паруса Российской экономики» [7]. Следует понять, что рост китайской экономики – отнюдь не угроза, а вызов, несущий в себе колossalный потенциал делового сотрудничества, шанс поймать «китайский ветер» в «паруса» нашей экономики. Мы должны активнее выстраивать новые кооперационные связи, сопрягая технологические, производственные возможности наших стран...» [8].

Си Цзиньпин указывает на необходимость совершенствования системы управления цифровой экономикой, законов, норм

мативных актов, а также повышения уровня модернизации системы управления цифровой экономикой Китая. Цифровая экономика связана с общей ситуацией национального развития. Необходимо тщательно поработать проектирование на высшем уровне и построение систем и механизмов развития цифровой экономики КНР. Руководящие кадры должны повышать профессиональные качества в цифровой экономике, расширять возможности по развитию цифровой экономики, укреплять осведомленность в вопросах безопасности и продвигать цифровую экономику с целью более ускоренной интеграции в новую модель развития страны. Кроме того, необходимо повышать цифровую грамотность населения как социальную основу для развития цифровой экономики. Хотя цифровое развитие открывает новые возможности для инноваций моделей управления, оно также предлагает решение сложных задач требования. Например, по мере того, как сфера управления распространяется на киберпространство, необходимо дальнейшее совершенствование возможностей субъектов управления; с ростом неопределенности в экономическом развитии необходимо дальнейшее совершенствование систем и механизмов управления [20; 21].

Если сопоставить целевые показатели, которые заложены в Указе президента России № 474 от 21 июля 2020 г., то можно обнаружить широкое поле кооперационных возможностей по каждому ключевому пункту. Что относится к цифровой трансформации, то к 2030 г. планируется достижение «цифровой зрелости» ключевых отраслей экономики и социальной сферы, доведение доли массовых социальных услуг, которые доступны в электронном виде, до 95 %, обеспечение широкополосного доступа к информационно-коммуникационной сети Интернет до 97 %, увеличение вложений в отечественные решения в сфере информационных технологий повысить в четыре раза по сравнению с 2019 г. [5].

Конкурентные преимущества всех стран, входящих в формирующееся Евразийское пространство, в котором доминирующая

роль уже отводится Китаю, несомненно, возрастут. Это следует из идеи Президента РФ В. В. Путина – сформировать на территории Евразии крупное интеграционное образование на базе партнерства с участием Китая, Индии, Пакистана, Ирана. Это сообщество будет открытым для других государств. Однако претворить настоящее требование возможно только в условиях всеобщей цифровизации экономик Евразийского экономического союза (ЕАЭС).

При построении модели единого цифрового платежного пространства ЕАЭС, уверены исследователи, каждое государство-член создаст единую национальную цифровую расчетно-платежную систему. Взаимодействие между странами при проведении расчетов должно осуществляться через единое цифровое платежное пространство. Его оператором станет Межгосударственный банк ЕАЭС, который будет разрабатывать правила международных расчетов, а также станет органом надзора и контроля за трансграничными расчетами<sup>1</sup> [15. Р. 93].

Реальным механизмом, который практически позволил углубить международную финансовую, производственную, наконец, экономическую интеграцию, могло бы стать создание Евразийского платёжного союза. Для этого следует создать Евразийский валютный фонд, как некоторый аналог МВФ. При этом следует создать резервы, в состав которых будут включаться как монетарное золото, ликвидные мировые платежные средства, а также национальные валюты в определенных пропорциях. В качестве общепризнанной валюты Евразийского валютного союза могут стать цифровые валюты, но они не могут принимать форму национальных электронных платежных средств, например, цифрового юаня или цифрового рубля<sup>2</sup>.

Данная проблема нуждается в дальнейшей проработке, однако возможности разумного компромисса отрицать невозможно. Однако становится понятным, что реализовать подобные идеи можно лишь на основе дальнейшего углубления цифровизации экономик Евразийского союза.

<sup>1</sup> Останин В. А., Печерица В. Ф. Модель формирования единого платежного пространства в рамках Евразийского экономического союза // Известия Байкальского государственного университета. – 2019. – Т. 29, № 4. – С. 625–630.

<sup>2</sup> Там же. – С. 93.

Если выделить некоторые ключевые положения механизма цифровизации, то они будут базироваться на дальнейшем укреплении российско-китайского цифрового финансового сотрудничества. Это будет затрагивать фискальную и финансовую политику, финансовую реформу, применение цифровых финансовых сценариев.

В отношении цифрового финансового сотрудничества Россия и Китай создали ряд общественных организаций, к примеру, Российско-китайский финансовый совет и т. д., которые играют важную роль в обмене и сотрудничестве между финансовыми учреждениями. Становится более тесным и российско-китайское межбанковское сотрудничество. Так, в декабре 2015 г. центральные банки Китая и России подписали Меморандум о взаимопонимании о сотрудничестве между Народным банком Китая и Центральным банком Российской Федерации, который активно реализует важный консенсус, достигнутый главами двух государств в отношении углубления двустороннего финансового сотрудничества. В 2016 г. Банк России открыл представительство в Китае, первое представительство Банка России за рубежом. В общей сложности шесть китайских банков имеют пять филиалов и два представительства в России, а девять российских банков имеют один филиал и десять представительств в Китае.

Китай вышел на первые позиции в мире по практическому внедрению передовых финансовых инноваций. Уже в 2015 г. число пользователей финансами услугами с использованием цифровых технологий превысило 500 млн человек [13]. В Китае существует «План разработки блокчейн инноваций в Пекине на 2020-2022 гг.». Пекин должен стать центром инновационных блокчейн технологий, что создает дополнительные материальные предпосылки по широкому внедрению в финансовую практику цифрового юаня [11].

Россия и Китай работают вместе, чтобы увеличить свою долю расчетов в местной валюте. В июне 2019 г. Россия и Китай официально подписали межправительственное соглашение о переходе на расчеты в местной валюте, а центральные банки и правительственные ведомства двух стран начали переговоры о достижении консенсуса по «дорожной карте» двусторонней системы расчетов в местной валюте. По данным российского

телевидения, доля расчетов в местной валюте в российско-китайской торговле неуклонно растет. С января по сентябрь 2020 г. доля расчетов в китайской и российской валютах увеличилась до 25 %, по сравнению с 2 % семь лет назад; 22 ноября 2017 г. центральные банки двух стран продлили двустороннее соглашение о swapах в местной валюте на 150 млрд юаней/1325 млрд р., которое действует в течение трех лет. Юань включен в валютные резервы России и Национальный фонд благосостояния.

В настоящее время можно вести речь не только о цифровых валютах, но и цифровых финансах. Последние стали играть важную роль в реализации проекта «Один пояс, Один путь» в обеспечении и поддержке российско-китайского многопрофильного сотрудничества в строительстве.

В последние годы китайско-российское финансовое сотрудничество развивается быстрыми темпами, и правительства двух стран активно создают финансовые платформы, такие как Межбанковское объединение в рамках Шанхайской организации сотрудничества, Китайско-российский фонд прямых инвестиций, Азиатский банк инфраструктурных инвестиций, Фонд Шелкового пути и т. д. Эти организации проводят обмен визитами и встречами на высоком уровне между Китаем и Россией в форме российско-китайского подкомитета по финансовому сотрудничеству, диалога министров финансов России и Китая и т. д. По состоянию на 2017 г. масштаб операций с применением инструментария цифровой экономики превысил 22 трлн юаней [17. Р. 65], что составило около 6 % ВВП Китая. Если применить методику с более широким определением цифровой экономики, то, по данным Китайской академии информационно-технологических технологий, её доля уже составит 36 % ВВП Китая [18. Р. 3].

В Российско-китайском Финансовом Совете насчитывается 68 банков, в том числе 36 российских банков и 32 китайских банка, а сфера сотрудничества охватывает более десяти аспектов трансграничного финансирования, валютных операций, интернет банкинга и т. д. Банк Китая подписал соглашение с 34 банками на территории России, а Государственный банк развития Китая подписал кредитные соглашения на сумму 51 млрд юаней с Сбербанком России, Внешэкономбанком, Россельхозбанком,

Газпромбанком в поддержку строительства трансграничных проектов кредитования в юанях в России. В настоящее время филиал Государственного банка развития Китая в провинции Хэйлунцзян выдал кредиты на сумму \$6,05 млрд долл. США.

**Заключение.** Итак, в ходе будущего цифрового финансового взаимодействия Россия и Китай должны продолжать тесно сотрудничать в целях эффективного осуществления переходного соглашения о расчете в местной валюте, подписанным обеими сторонами, увеличения доли расчетов в местной валюте в российско-китайской торговле, расширения степени финансовой открытости обеих сторон, расширения пространства для при-

менения цифрового финансового сотрудничества, укрепления диалога и коммуникации между правительством и финансовыми учреждениями, инноваций и разработки цифровых финансовых продуктов, отвечающих потребностям предприятий обеих сторон, и предоставления российским и китайским предприятиям финансового удобства. Россия и Китай должны сосредоточиться на формировании совершенной системы показателей внутреннего мониторинга рисков, реализовать ежедневный надзор за динамикой российских и китайских финансовых операций и укрепить потенциал в области управления рисками.

---

#### Список литературы

---

1. Волкова А. А., Плотников В. А., Рукинов М. В. Цифровая экономика: сущность явления, проблемы и риски формирования и развития // Управленческое консультирование. 2019. № 4. С. 38–49. DOI: <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2019-4-38-49>.
2. Всемирный банк. Развитие цифровой экономики в России. Текст: электронный // Представительство Всемирного банка в России. 20 декабря 2016. URL: <https://www.vsemirnyjbank.org/ru/events/2016/12/20/developing-the-digital-economy-in-russia-international-seminar-1> (дата обращения: 01.04.2022).
3. Глазьев С. Битва за лидерство в XXI веке. Россия – США – Китай. Семь вариантов обозримого будущего. М.: Книжный мир, 2017. 352 с.
4. Глазьев С. Ю. Великая цифровая революция: вызовы и перспективы для экономики XXI века // Вопросы экономики. 2016. № 2. С. 63.
5. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента РФ [от 21 июля 2020 г. № 474] // Российская газета. Федер. вып. № 159. 2020. 22 июля.
6. Полный текст доклада, с которым выступил Си Цзиньпин на 19-м съезде КПК // Информационное агентство Синьхуа. 03.11.2017. URL: [http://russian.news.cn/2017-11/03/c\\_136726299.htm](http://russian.news.cn/2017-11/03/c_136726299.htm) (дата обращения: 17.03.2022). Текст: электронный.
7. Путин В. В. Поймать китайский ветер в паруса российской экономики. Текст: электронный // Live Journal. 1 июля 2017. URL: <https://iov75.livejournal.com/4345501.html> (дата обращения: 17.03.2022).
8. Россия и меняющийся мир. Текст: электронный // Московские новости. 2012. 27 февраля. URL: <https://www.mn.ru/politics/78738> (дата обращения: 18.03.2022).
9. Си Цзиньпин. О государственном управлении. Пекин: Изд-во литературы на иностранных языках, 2014. 630 с.
10. Томайчук Л. В. Цифровизация экономики Китая: риски и возможности для общества // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. 2019. № 3. С. 31–36.
11. China's Digital Economy: Opportunities and Risks. Текст: электронный // International Monetary Fund Working Paper. 2019. January 17. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2019/01/17/Chinas-Digital-Economy-Opportunities-and-Risks-46459> (дата обращения: 17.03.2022).
12. Dyudikova E., Kunitsyna N. Corporate Cash Flow Transformation and Payment Space Digitalisation in the Eurasian Economic Union // Journal of Corporate Finance Research. 2020. Vol. 14, No. 3, pp. 90–102. DOI: <https://doi.org/10.17323/j.jcfr.2073-0438.14.3.2020.90-102>
13. EY FinTech Adoption Index 2017 – The rapid emergence of FinTech. Текст: электронный // FinTech Connect North America. March 15–16, 2022. URL: <https://www.fintechconnect.com/events-toronto/downloads/ey-fintech-adoption-index-2017-the-rapid-emergence-of-fintech.htm> (дата обращения: 16.03.2022).
14. G20 Digital Economy Development and Cooperation Initiative Delivered at 2016 Hangzhou Summit Re-news Impetus to Global Economy. Текст: электронный // CHINADAILY.com. 2016. September 28. URL: [http://www.chinadaily.com.cn/business/2016hangzhou20/2016-09/28/content\\_26927065.htm](http://www.chinadaily.com.cn/business/2016hangzhou20/2016-09/28/content_26927065.htm) (дата обращения: 20.03.2022).
15. Voluntary National Review of the progress made in the implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development 2020. Текст: электронный // Analytical Center for the Government of the Russian Federation.

URL: [https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26962VNR\\_2020\\_Russia\\_Report\\_English.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26962VNR_2020_Russia_Report_English.pdf) (дата обращения: 20.03.2022).

16. 北京市人民政府办公厅关于印发《北京市区块链创新发展行动计划(2020—2022年)》的通知 // 北京市人民政府办公厅。2020年6月18日。(Уведомление Главного управления муниципального народного правительства Пекина о печати и распространении «Пекинского плана действий по инновационному развитию блокчейн (2020-2022)» // Народное правительство Пекина. 2020. 18 июня). URL: [http://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202006/t20200630\\_1935625.html](http://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202006/t20200630_1935625.html) (дата обращения: 22.03.2022). Текст: электронный.

17. 《中国数字经济发展白皮书（2020年）》 // 中国信息通信研究院(Белая книга «О развитии цифровой экономики в Китае (2020)». Текст: электронный // Китайская академия информационных и коммуникационных технологий. 2020. С. 3). URL: <http://m.caict.ac.cn/yjcg/202007/P020200703318256637020.pdf> (дата обращения: 22.03.2022).

18. 李艺铭。当前中国数字经济发展阶段和核心议题//《科技中国》。工业和信息化部赛迪研究院电子信息研究所。2019年第5期63–66。第65页 (Ли Имин. Текущий этап развития цифровой экономики Китая и основные проблемы // Институт электронной информации, Исследовательский институт CCID, Министерство промышленности и информационных технологий. 2019. № 5. С. 63–66.). DOI: CNKI:SUN:KJZG.0.2019-05-018.

19. 人民日报整版观察：加快数字化发展 建设数字中国//人民网。2021年10月22日。(Наблюдение Жэньминь Жибао: Ускорение цифрового развития и создание цифрового Китая. Текст: электронный // Информационное агентство Жэньминьван. 2021. 22 октября) URL: <http://opinion.people.com.cn/n1/2021/1022/c1003-32260722.html> (дата обращения: 19.03.2022).

20. 习近平：把握数字经济发展趋势和规律 推动我国数字经济健康发展//新华社。2021-10-19。(Си Цзиньпин. Поймите тенденцию развития и законы цифровой экономики. Содействуйте здоровому развитию цифровой экономики Китая. Текст: электронный // Информационное агентство Синьхуа. 19.10.2021.) URL: <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1714041602377700011&wfr=spider&for=pc> (дата обращения: 19.03.2022).

21. 习近平总书记十九大报告 全文 共69页 (Выступление Генерального секретаря Си Цзиньпина на XIX съезде КПК. 2017. 69 с.). URL: <https://shss.sjtu.edu.cn/Upload/Files/2017-12-07-10-40-50-543156.pdf> (дата обращения: 23.03.2022). Текст: электронный.

## References

1. Volkova A. A., Plotnikov V. A., Rukinov M. V. *Upravlencheskoye konsultirovaniye* (Management consulting), 2019, no. 4. p. 38–49. DOI: <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2019-4-38-49>.
2. *Predstavitelstvo Vsemirnogo banka v Rossii*. 20 dekabrya 2016 (Representation of the World Bank in Russia. December 20, 2016). Available at: <https://www.vsemirnyjbank.org/ru/events/2016/12/20/developing-the-digital-economy-in-russia-international-seminar-1> (date of access: 04/01/2022). Text: electronic.
3. Glaziyev S. *Bitva za liderstvo v XXI veke. Rossiya – SSHA – Kitay. Sem variantov obozrimogo budushchego* (The battle for leadership in the XXI century. Russia – USA – China. Seven options for the foreseeable future). Moscow: Knizhny Mir, 2017, 352 p.
4. Glaz'ev S. Yu. *Voprosy ekonomiki* (Questions of Economics), 2016, no. 2, pp. 63.
5. *Rossiyskaya gazeta. Federalny vypusk* (Russian Newspaper. Federal release), 2020, July 22, no. 159.
6. *Informatsionnoye agentstvo Sinkhua*. 03.11.2017 (Xinhua News Agency. 11/03/2017). Available at: [http://russian.news.cn/2017-11/03/c\\_136726299.htm](http://russian.news.cn/2017-11/03/c_136726299.htm) (date of access 03/17/2022). Text: electronic.
7. Putin V. V. *Live Journal*. 1 iyulya 2017 (Live Journal. July 1, 2017). Available at: <https://iov75.livejournal.com/4345501.html> (date of access: 03/17/2022). Text: electronic.
8. *Moskovskiye novosti*. 2012. 27 fevralya (8. Moscow news. 2012. February 27. URL: <https://www.mn.ru/politics/78738>) (date of access: 03/18/2022). Text: electronic.
9. Si Tzin'pin. *O gosudarstvennom upravlenii* (On public administration). Beijing: Publishing House of Literature in Foreign Languages, 2014, 630 p.
10. Tomaychuk L. V. *Yevraziyskaya integratsiya: ekonomika, pravo, politika* (Eurasian integration: economics, law, politics), 2019, no. 3, pp. 31–36.
11. *International Monetary Fund Working Paper*. 2019. January 17 (International Monetary Fund Working Paper. 2019. January 17). Available at: <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2019/01/17/Chinas-Digital-Economy-Opportunities-and-Risks-46459> (date of access: 17.03. 2022). Text: electronic.
12. Dyudikova E., Kunitsyna N. *Journal of Corporate Finance Research* (Journal of Corporate Finance Research). 2020, vol. 14, no. 3, pp. 90–102. DOI: <https://doi.org/10.17323/j.jcfr.2073-0438.14.3.2020.90-102>.

13. *FinTech Connect North America*. March 15–16, 2022 (FinTech Connect North America. March 15–16, 2022). Available at: <https://www.fintechconnect.com/events-toronto/downloads/ey-fintech-adoption-index-2017-the-rapid-emergence-of-fintech.htm> (Accessed: 16.03.2022). Text: electronic.
14. *CHINADAILY.com*. 2016. September 28 (CHINADAILY.com. 2016. September 28). Available at: [http://www.chinadaily.com.cn/business/2016hangzhoug20/2016-09/28/content\\_26927065.htm](http://www.chinadaily.com.cn/business/2016hangzhoug20/2016-09/28/content_26927065.htm) (date of access: 20.03.2022). Text: electronic.
15. *Analytical Center for the Government of the Russian Federation* (Analytical Center for the Government of the Russian Federation). Available at: [https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26962VNR\\_2020\\_Russia\\_Report\\_English.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26962VNR_2020_Russia_Report_English.pdf) (date of access: 20.03.2022). Text: electronic.
16. *Narodnoye pravitelstvo Pekina*. 2020. 18 iyunya (People's Government of Beijing. 2020. June 18 (People's Government of Beijing. 2020. June 18)). Available at: [http://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202006/t20200630\\_1935625.html](http://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202006/t20200630_1935625.html) (date of access: 22.03.2022). Text: electronic.
17. *Kitayskaya akademiya informatsionnyh i kommunikatsionnyh tehnologiy*. 2020 (Chinese Academy of Information and Communication Technology. 2020). Available at: <http://m.caict.ac.cn/yjcg/202007/P020200703318256637020.pdf> (date of access: 22.03.2022). Text: electronic.
18. *Institut elektronnoy informatsii, Issledovatel'skiy institut CCID, Ministerstvo promyshlennosti i informatsionnyh tehnologiy* (Electronic Information Institute, CCID Research Institute, Ministry of Industry and Information Technology), 2019, no. 5, pp. 63–66.). DOI: CNKI:SUN:KJZG.0.2019-05-018.
19. *Informatsionnoye agentstvo Zhen'min'van*. 2021. 22 oktyabrya (Renminwang News Agency. 2021. October 22). Available at: <http://opinion.people.com.cn/n1/2021/1022/c1003-32260722.html> (date of access: 03/19/2022). Text: electronic.
20. *Informatsionnoye agentstvo Sin'khua*. 2021. 19 oktyabrya (Xinhua News Agency. 10/19/2021). Available at: <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1714041602377700011&wfr=spider&for=pc> (date of access: 03/19/2022). Text: electronic.
21. *Vystupleniye Generalnogo sekretarya Si Tszin'pina na XIX syezde KPK*. 2017. 69 s.) (Speech by General Secretary Xi Jinping at the XIX Congress of the CPC. 2017. 69 p.). Available at: <https://shss.sjtu.edu.cn/Upload/Files/2017-12-07-10-40-50-543156.pdf> (date of access: 03/23/2022). Text: electronic.

---

### Информация об авторе

---

Останин Владимир Анатольевич, д-р экон. наук, профессор кафедры экономической теории и мировой экономики, Российской таможенная академия, Владивостокский филиал, г. Владивосток, Россия. Область научных интересов: экономика, мировая экономика, российско-китайские отношения, международные отношения, политология  
ostaninva@yandex.ru

Печерица Владимир Федорович, д-р ист. наук, профессор кафедры политологии, Дальневосточный федеральный университет, Восточный институт – Школа региональных и международных исследований, г. Владивосток, Россия. Область научных интересов: российско-китайские отношения, международные отношения, политология  
prof.pecheritsa@gmail.com

Бояркина Анна Владимировна, канд.полит. наук, доцент Академического департамента английского языка, Дальневосточный федеральный университет, Восточный институт – Школа региональных и международных исследований, г. Владивосток, Россия. Область научных интересов: китайский, английский языки, международные отношения, политология  
aboyarkina@gmail.com

---

### Information about the author

---

Vladimir Ostanin, doctor of economic sciences, professor, Economic Theory and World Economy department, Russian Customs Academy, Vladivostok Branch. Sphere of scientific interests: economic science, world economy, international relations, political sciences

Vladimir Pecheritsa, doctor of historical sciences, professor, Political Sciences department, Far Eastern Federal University, School of Regional and International Studies, Vladivostok, Russia. Sphere of scientific interests: Russian-Chinese relations, international relations, political sciences

Anna Boyarkina, candidate of political sciences, associate professor, Academic department of the English language, School of Regional and International Studies, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia. Sphere of scientific interests: Chinese languages, English language, international relations, political sciences

**Для цитирования**

---

Останин В. А., Печерица В. Ф., Бояркина А. В. Российско-китайское экономическое сотрудничество в концепции глобальной цифровизации // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 4. С. 126–134.  
DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-126-134.

Ostanin V., V. Pecheritsa, Boyarkina A. Russian-Chinese economic cooperation in the concept of global digitalization // Transbaikal State University Journal, 2022, vol. 28, no. 4, pp. 126–134. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-126-134.

Статья поступила в редакцию: 15.04.2022 г.

Статья принята к публикации: 20.04.2022 г.

# Есть мнение...

УДК 627.81.556.55 (571.55)  
DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-135-141

## ФЕНОМЕН ПУЛЬСИРУЮЩИХ ОЗЁР ТОРЕЯ (ЗАБАЙКАЛЬЕ)

### THE PHENOMENON OF PULSATING LAKES OF TOREY (TRANSBAIKALIA)

**В. С. Салихов**, Забайкальский государственный университет,  
г. Чита  
salihovs41@inbox.ru

**V. Salikhov**, Transbaikal State University,  
Chita



Рассматривается феномен пульсирующих озёр бессточной Торейской котловины – Барун- и Зун-Торей, что расположены на юге Забайкальского края. Уникальная особенность озёр – периодичность – чередование ярко выраженных засушливых и влажных периодов продолжительностью 24...42 года, в среднем около 30 лет, т. е. строгой цикличности не наблюдается. Причина периодичности оценивается с двух основных позиций – или климатические изменения, или тектонические процессы. Анализ имеющегося материала свидетельствует, что причина периодичности комплексная, но при ведущей роли тектонических процессов (неотектонические колебания), будирующие многоуровневые подземные воды Цасучейского и Торейского артезианского бассейнов – основных источников питания озёр. Наземное питание (р. Улдза, р. Ималка) незначительное и приток расходуется на испарение. Тектонические процессы проявляются не без участия Космоса (солнечная активность, состояние Вселенной), поскольку Земля – согласованная космическая система и все процессы, происходящие в ней, отражаются на состоянии её недр. Предлагаются мероприятия, позволяющие в значительной мере изменить длительность колебаний водной поверхности Торейских озёр и не ждать очередной водности 15 лет и более. Такими мероприятиями могут стать принудительное воздействие на деятельность множества подземных вод артезианского бассейна, основных источников питания озёр. Внешними воздействиями могут быть наземные или подземные дозированные взрывы или вибрация (в фазы усыхания), широко используемые для повышения дебита нефти и газа при добыче углеводородного сырья. Другое примечательное явление Торейской котловины – грязевой вулканизм в виде сальз, которые некоторыми исследователями рассматриваются как поисковые признаки нефтегазоносности. Анализ материалов по грязевому вулканализму в мировом масштабе однозначно свидетельствует об отсутствии грязевого вулканализма не только в Торейской впадине, но и вообще отсутствии таковых в Забайкалье. *Выходы:* Феномен пульсирующих озёр Торея связан не с климатическими изменениями, а имеет комплексную причину, при ведущей эндогенной деятельности – вертикальные движения, будирующие подземные воды: эффект «поршневого насоса»), не без участия Космоса. Грязевого вулканализма в Торейской впадине нет. Следовательно, о её перспективах на нефтегазоносность говорить не приходится. Отмечаемые на Торее сальзы имеют другую природу и связаны с деятельностью подземных вод в районах распространения многолетней мерзлоты

**Ключевые слова:** Торейские озёра, климатическая ритмичность, неотектоника, сальзы, грязевой вулканализм, активность земных недр, грунтовые воды, солнечная активность, Забайкалье

The phenomenon of pulsating lakes of the drainless Torey Basin- Barun- and Zun-Torey, located in the south of Transbaikalia territory, is considered. The unique peculiarity of the lakes is periodicity, mainly alternation of distinctly dry and wet periods with the duration of 24 to 42 years, on average about 30 years, i.e. a strict cyclicity is not observed. The cause of periodicity is measured from two main positions: either climatic changes or tectonic processes. The analysis of the available material indicates that the cause of periodicity is complex, but with the leading role of tectonic processes (neotectonic fluctuations), awakening multilevel groundwater of the Tsasuch-eisky and Torey artesian basins are the main sources of lake feeding. Groundwater feeding (Uldza River, Imalka River) is insignificant and the inflow is spent for evaporation. Tectonic processes do not occur without the participation of the Space (solar activity, the state of the Universe), because the Earth is a coordinated space system and all the processes occurring in it are reflected in the state of its depths. Measures are suggested to change

considerably the duration of oscillations of the water surface of the Torey lakes and not to wait for the next water period of 15 years and more. Such measures can be compulsory influence on the activity of a lot of underground waters of the artesian basin, the main sources of feeding of the lakes. External influences can be ground or underground doused explosions or vibration (during desiccation phases), widely used to increase the oil and gas flow rate in hydrocarbon production. Another remarkable phenomenon of the Torey Basin is mud volcanism in a form of salsa, which some researchers consider as search signs of oil and gas bearing capacity. The analysis of materials on mud volcanism on a global scale unequivocally indicates the absence of mud volcanism not only in the Torey Basin, but also in general the absence of such in Transbaikalia. The phenomenon of pulsating Torey lakes is not related to climatic changes, but has a complex cause, with the leading end, the "piston pump" effect, not without the participation of the Space. There is no mud volcanism in the Torey Basin. Consequently, it is not necessary to speak about its prospects for oil-and-gas bearing capacity. The salts observed in the Torey have a different nature and are connected with the activity of groundwater in the areas of permafrost spreading

**Key words:** Torey Lakes, climatic rhythmicity, neotectonics, salts, mud volcanism, subsurface activity, groundwater, solar activity, Transbaikalia

**Введение.** На юге Забайкалья, в приграничном районе с Монгoliей, располагаются самые крупные по площади озёра Барун-Торей и Зун-Торей, соединяющиеся протокой Уточи, т. е. это согласованная водная система. Площадь поверхности озёр в годы повышенной водности достигает 880 км<sup>2</sup>. Глубина Барун-Торея порядка 4,5 м, Зун-Торея – 6,5 м. Вода в озёрах мутная, прозрачность 5...10 см, минерализация достигает 10...12 г/л в годы низкого стояния. Озёра представляют собой объект всемирного природного наследия ЮНЕСКО, т. е. получили международное признание за свою уникальность. Здесь расположен Государственный природный биосферный заповедник "Даурский", практически не имеющий аналогов в Мире и включённый в сеть биосферных резерватов ЮНЕСКО. Заповедник находится в центре Улдза-Торейской бессточной котловины, а высокий уровень биоразнообразия объясняется хорошей сохранностью экосистемы и нахождением в месте сужения Восточно-Азиатско-Австралийского миграционного пути птиц [8].

Торейская впадина является в основном пликативной структурой, но не лишённой разрывной тектоники и сопутствующей вулканической деятельности. Озёра, гетерогенные по происхождению, приурочены к мезозойской впадине, заложенной в конце юрского периода и развивавшейся как пресноводный водоём с внутренним стоком, а сама впадина со структурно-тектонических позиций является унаследованной меловой. Постепенно прогибаясь, впадина заполнялась терригенными и вулканогенно-терригенными отложениями нижнего мела. Вблизи Торейских озёр

имеются береговые валы разной высоты и возраста, возникшие при различных уровнях стояния вод озёр в прошлом, т.е. тектонические преобразования неоген-четвертичного времени определили облик современной Торейской котловины. Озеро можно рассматривать и как реликт Забайкальского палеоозера, возникшего в эпоху максимального оледенения самаровского времени [4].

Образование структур Торея имеет некоторые отличия: впадина Зун-Торея более погруженная и отвечает грабеновой структуре (Зун-Торейский тектонический уступ подчеркивает это), а Барун-Торея – соответственно грабен-синклинальной. Окружение Зун-Торея в большей степени сложено девонскими накоплениями усть-борзинской свиты, а окружение Барун-Торея – меловыми вулканогенно-осадочными отложениями тургинской свиты. Вся эта территория имеет разломно-боковое строение (сочетание горстов и грабенов), что отвечает таковому характеру развития рельефа неоген-четвертичного времени [9].

**Предмет исследования.** Уникальной особенностью озёр Торея (феномен) является периодичность-чередование ярко выраженных многолетних водозасушливых (полное высыхание) и влажных периодов (максимальная водность) продолжительностью 24...42 года, есть и более продолжительные, а в среднем около 30 лет, т. е. строгой цикличности здесь не наблюдается (приблизительно 15 лет повышенной водности и 15 лет засушливых). Характерно, что такое чередование охватывает одновременно не оба озера. Так, Барун-Торей полностью высох в 2009 г., а Зун-Торей – ближе к 2018 г.,

что объясняется его более глубоководным характером (днище Зун-Торея ниже такового Барун-Торея чуть более 2 м).

Причина такой периодичности колебания водности объясняется с двух противоположных наиболее распространённых позиций. По одной из них, основной и определяющий фактор колебания водности отводится тектоническим процессам [15], по другой – колебания водности озёр связываются с климатическими факторами [10; 11]. Климатическим факторам придерживаются исследователи, объясняя ритмические колебания уровня озёр циклами солнечной активности [6]. Однако контрастные климатические изменения возможны и наблюдаются на более продолжительных отрезках времени – десятки, сотни тысяч лет в неоплейстоцене, в связи с ледниковой и межледниковой деятельностью, а на территории Забайкалья отмечается 4-кратное оледенение [4].

Торейские озёра принадлежат Улдза-Торейской котловине semiаридных территорий с внутренним стоком, имеют площадь около 30 тыс. км<sup>2</sup> и занимают северную часть значительно более крупной бессточной Центрально-Азиатской впадины с множеством солёных и горько-солёных озёр, особенно на территории Монголии [3]. Собственно Торейская котловина изометричной формы, центральную часть которой занимают озёра, имеет площадь около 1500 км<sup>2</sup>.

Анализ имеющегося материала свидетельствует, что причина пульсирующегося колебания водности Торейских озёр комплексная, но при ведущей роли тектонических процессов (вертикальные движения), будирующие многоуровневые подземные воды Торейского артезианского бассейна – основного источника питания озёр. Влияние климата и атмосферные осадки менее значимы. Например, выпадение рекордного количества осадков в 1947–1949 гг. не отразилось на режиме озёр, а р. Улдза, рассматриваемая как один из источников питания, до 1958 г. сбрасывала свои воды в оз. Хух-Нур (Монголия), через протоку Тэлин-Гол и позже воды этой реки потекли в котловину Торийских озёр [15].

Тектонические процессы, в том числе современные, лежат в основе колебаний водности режима Торейских озёр, а изометричные вертикальные движения, существование которых подтверждается анализом

рельефа (омоложение овражной сети, тектонические уступы, многочисленные береговые формы, террасовые уровни, эоловые процессы, горизонты погребённой почвы), т. е. следы новейшей тектоники широко проявлены в Торейской котловине [14; 15].

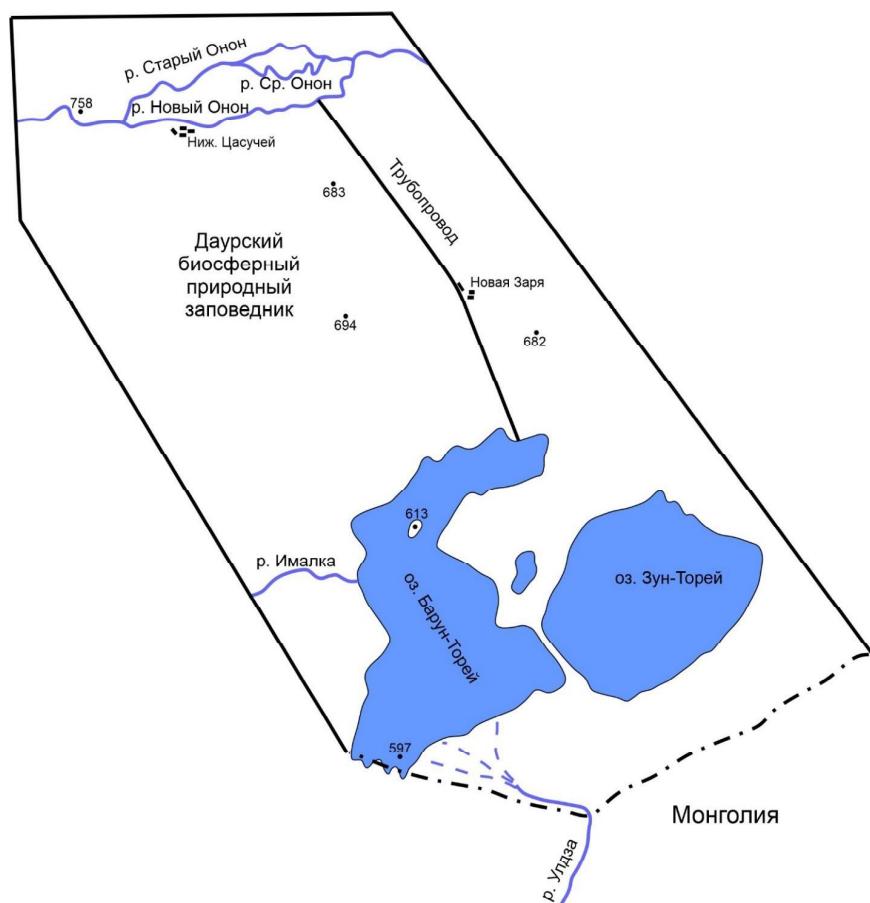
Тектонические процессы, однако, проявляются не без участия космических сил, поскольку Земля – открытая, динамическая, высокоорганизованная система, и все процессы, происходящие в Космосе, отражаются на состоянии её недр и не только, т.е. Космос прямой и опосредованный участник процессов, происходящих на поверхности и в недрах Земли. Такие взаимодействиящаются, прежде всего, со стороны ближнего Космоса, околосолнечное пространство – солнечная активность, солнечно-земные и лунно-земные циклы, имеющие взаимосвязанную природу. Хотя строгой периодичности солнечной активности не наблюдается, а наиболее изученный солнечный цикл с длительностью около 11 лет изменяется от 7 до 17 лет за время наблюдения за XVIII-XX вв. Причём, цикл характеризуется довольно быстрым увеличением числа солнечных пятен (около 4 лет) и в последующем более медленном (около 7 лет) его уменьшением. Выделяют ещё удвоенный цикл – около 22 лет и вековые циклы Солнечной активности, а также менее выражены циклы длительностью несколько тысяч лет.

Установлено, что наша планета испытывает постоянную энергетическую подпитку, связанную прежде всего с солнечной активностью, что выражается усилением сейсмотектонической и вулканической деятельности. Учитывая, что очередная перестройка солнечной активности наступит лишь к 2030 г. (25-й цикл количества солнечных пятен) [1], к этому времени следует ожидать максимум водной поверхности Торейских озёр, которые в настоящее время находятся в стадии заполнения. Отмечаются и влияния дальнего Космоса (пульсары, взрывы сверхновых звезд), события и катаклизмы во Вселенной, находящих отражение и на Земле.

Таким образом, солнечная активность, пульсации размера Солнца (ближний Космос) являются своеобразным триггером, будирующим подземные воды артезианского бассейна Торейской впадины, что отражается на цикличности водности озёр, связанной с вертикальными движениями и твёрдыми

приливами земных недр (до 0,5 м), имеющими различную длительность. Чтобы в значительной мере изменить продолжительность колебаний водной поверхности Торейских озер, т. е. не ждать очередной водности (15 лет и более), поскольку ее отсутствие пагубно отражается и приводит к коренным изменениям экосистемы заповедника «Даурский», предлагается принудительное воздействие на деятельность подземных вод (а их в районе Торея пять уровней), основных поставщиков вод, питающих озера. Такими воздействиями могут быть наземные или подземные дозированные взрывы или вибрации, широко используемые для повышения дебита нефти и газа при добыче углеводородного сырья, а дебит р. Улдза, основной наземный источник питания Торейских озер, может быть вполне восполнен за счет строительства трубопровода (около 40 км от р. Онон (см. рисунок)<sup>1</sup>.

Гидрогеологические и структурно-tektonические условия в Торейской котловине вполне допускают такие воздействия. Исследуемая территория относится к Онон-Торейской краевой неотектонической зоне, включающей Усть-Борзинский протяженный (более 80 км) синклиниорий северо-западного простирания, в составе которого выделяются структуры более мелкого порядка, включая Торейскую впадину. Здесь выделяются неотектонические структуры, представляющие собой сочетание горстов, поднятых и опущенных ступеней грабенов. Разломно-блочное строение подчёркивается крупными долгоживущими глубинными разломами (Зун-Торейский, Восточно-Торейский и др.), с которыми связаны восходящие родники, действующие круглогодично [3]. К Усть-Борзинскому синклиниорию приурочены артезианские бассейны – Цасучайский и Торейский, регулирующие водность озёр.



Проект переброски вод Онона

<sup>1</sup> Salikhov V. S. To the problem of the Torey lakes // Evolution of Biosphere and Technogenesis: Conference Series “Earth and Environmental science”. – Chita: Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2022. – P. 1.

*Другое примечательное явление на территории Торейских озёр – проявление грязевого вулканизма в виде сальз, которые некоторыми исследователями рассматриваются как поисковые признаки нефтегазоносности Торейской впадины [7; 13]. Однако анализ материалов по грязевому вулканализму в мировом масштабе однозначно свидетельствует об отсутствии грязевого вулканизма не только в Торейской впадине, но и вообще об отсутствии таких условий в Забайкалье. Грязевой вулканализм возможен при наличии мощной осадочной толщи (не менее 4 км), а также присутствия в ней глинистых пород. К тому же, грязевой вулканализм явление глубинное, очаги зарождения находятся в среднем в мире на 5...7 км, а в отдельных регионах и на глубине около 20 км [12]. Таким условиям отвечает рифтовая впадина оз. Байкал, где и зафиксированы впервые грязевые вулканы ещё в 2001 г. [2]. Здесь мощность осадочных накоплений до фундамента впадины составляет 7...8 км, а мощность таковых на Торее – не более 150 м.*

**Заключение.** Феномен пульсирующих озёр Торея связан не с климатическими изменениями, а с эндогенной деятельностью, тектоническими колебаниями, будирующими подземные воды артезианского бассейна, не без участия ближнего Космоса. Последний проявлен в виде солнечной активности, приводящей в движение многоуровневые подземные воды артезианского бассейна Усть-Борзинского синклиниория, в котором выделяются два водоносных комплекса: один из них связан с четвертичными и неоген-четвертичными отложениями (пластово-поровые воды), другой комплекс – трещинные, пластово-трещинные воды в терригенных, вулканогенно-терригенных меловых отложениях, а также трещинных, трещинно-карстовых подземных вод в отложениях палеозоя [3].

Этих вод вполне достаточно для деятельности Торейских озёр, а их колебания можно сравнить с работой «поршневого насоса», запускаемого циклами солнечной ак-

тивности. При движении поршня вверх воды Торея «засасываются» в артезианский бассейн (фаза иссушения), а при опускании поршня воды «выдавливаются» в Торейские озёра (фаза наполнения). Регулятор таких движений – нахождение Торейской впадины в аномальной зоне (наиболее низкой) Центрально-Азиатской бессточной котловине и более крупной морфоструктуре – Далайнорского межгорного понижения гобийского типа. Трещинные воды различных сооружений водосбора обладают значительными ресурсами и играют важную роль в питании глубоких горизонтов артезианского бассейна с восходящими источниками, равно как и зоны линейно вытянутых тектонических нарушений, обводнённых в разной степени трещинно-жильными водами. Такие нарушения являются крупными коллекторами подземных вод различных водоносных комплексов [3] и играют важную роль в «эффекте поршневого насоса», обеспечивая глубокую циркуляцию вод, как транзитная система.

Тектонические колебания Торейская впадина испытывала и в прошлом. Так, в неогене это подтверждается перерывами в осадконакоплении, а в днище Торейских озер фиксируется кора выветривания в меловых отложениях, на которых с размытом залегает ималкинская свита среднего миоцена (10...15 млн лет назад) [4].

Более масштабные колебания подчёркиваются пульсациями Земли – чередование в истории ее развития периодов сжатия и расширения длительностью млн. лет и связанные с периодическим увеличением и уменьшением радиуса Земли не без участия Космоса.

*Грязевого вулканализма в Торейской впадине, равно как и вообще в Забайкалье, нет. Следовательно, о её перспективах на нефтегазоносность говорить не приходится. Отмечаемые на Торее сальзы, как и в Доронинской впадине, имеют другую природу и связаны с деятельностью подземных вод районов распространения многолетней мерзлоты.*

#### Список литературы

1. Белов А. В. Внутриземная энергетика и биосоциальные процессы: взаимосвязь и причины (энергия, экономика, техника, экология) // Энергия: экономика, техника, экология. 2021. № 10. С. 28–37.
2. Видищева О. Н., Ахманов Г. Г., Соловьёва М. А., Мацчини А., Хлыстов О. М., Егошина Е. Д., Кудаев А. А., Корост Д. В., Полудеткина Е. Н., Морозов Н. В., Григорьев К. А. Особенности разгрузки углеводородных газов вдоль разлома Гидратный (озеро Байкал) // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. 2021. № 3. С. 3–16.

3. Государственная геологическая карта масштаба 1:1 000 000. Поколение 3-е, серия «Алдано-Забайкальская», лист М-50 (Борзя). Объяснительная записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 2010. 553 с.
4. Еникеев Ф. И. Происхождение и эволюция озёр Забайкалья. Новосибирск: Наука, 2021. 132 с.
5. Кирилюк В. Е., Обязов В. А., Шаликовский А. В., Курганович К.А., Босов М. А., Никитина О. И., Горощко О. А. Предварительная оценка влияния на экосистему Торейских озёр плотины, строящейся на трансграничной реке Улдза в Монголии // Трансграничные водные объекты: использование, управление, охрана: сб. материалов Всерос. конф. (г. Сочи). Новочеркасск: Лик, 2021. С. 185–191.
6. Кренделев Ф. П. Периодичность наполнения и высыхания Торейских озёр (юго-восточное Забайкалье) // Доклады Академии наук СССР. 1986. Т. 287, № 2. С. 396–400.
7. Кренделев Ф. П., Флешлер В. И., Чередниченко В. П. Тяжёлые углеводороды в сольцах Торейской котловины (Восточное Забайкалье) // Доклады Академии наук СССР. 1988. Т. 300. № 4. С. 910–913.
8. Малая энциклопедия Забайкалья: Природное наследие / гл. ред. Р. Ф. Гениатулин. Новосибирск: Наука, 2009. 698 с.
9. Обручев В. А. Основные черты кинетики и пластики неотектоники // Известия АН СССР. Серия «Геологическая». 1948. № 5. С. 13–24.
10. Обязов В. А. Связь колебаний водности озёр степной зоны Забайкалья с многолетними гидрометеорологическими изменениями на примере Торейских озёр // Известия Русского географического общества. 1994. № 5. С. 48–54.
11. Обязов В. А. Закономерности увлажнения степной зоны Забайкалья и их проявления в режиме озёр (на примере Торейских озёр): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. СПб., 1996. 21 с.
12. Российская геологическая энциклопедия. М.; СПб.: ВСЕГЕИ, 2010. 664 с.
13. Татаринов А. В., Абрамов Б. Н. Особенности формирования и перспективы на нефть и газ мезозойско-кайнозойских рифтогенных впадин Забайкалья // Геотектоника. 2001. № 4. С. 55–67.
14. Уфимцев Г. Ф. Новейшая тектоника юга Забайкалья (район Торейских озёр и среднего течения Онона) // Известия Забайкальского филиала Географического общества СССР. 1970. Т. 6, вып. 3. С. 3–17.
15. Шамсутдинов В. Х. Кайнозойская история юго-Восточного Забайкалья (на примере Торейской и Восточно-Торейской депрессий) // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. 1975. № 44. С. 89–96.

## References

1. Belov A. V. *Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya* (Energy: economics, technology, ecology), 2021, no. 10, pp. 28–37.
2. Vidishcheva O. N., Akhmanov G.G., Solovyova M. A., Matstsini A., Khlystov O. M., Yegoshina Ye. D., Kudayev A. A., Korost D. V., Poludetkina Ye. N., Morozov N. V., Grigoryev K. A. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 4. Geologiya* (Bulletin of the Moscow University. Series 4. Geology), 2021, no. 3. p. 3–16.
3. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta masshtaba 1:1 000 000. Pokoleniye 3-ye, seriya «Aldano-Zabaykalskaya», list M-50 (Borzya). Obyasnitelnaya zapiska* (State geological map at a scale of 1:1,000,000. Generation 3, Aldan-Zabaikalskaya series, sheet M-50 (Borzya). Explanatory note). SP6: VSEGEI, 2010, 553 p.
4. Yenikeyev F. I. *Proishozhdeniye i evolyutsiya ozor Zabaykaliya* (Origin and evolution of the lakes in Transbaikalia). Novosibirsk: Nauka, 2021, 132 p.
5. Kirilyuk V. Ye., Obyazov V. A., Shalikovsky A. V., Kurganovich K.A., Bosov M. A., Nikitina O. I., Goroshko O. A. *Transgranichnye vodnye obyekty: ispolzovaniye, upravleniye, ohrana: sb. materialov Vseros. konf. (g. Sochi)* (Transboundary water bodies: use, management, security: Sat. materials Vseros. conf. (Sochi)). Novocherkassk: Lik, 2021, pp. 185–191.
6. Krendelev F. P. *Doklady Akademii nauk SSSR* (Reports of the Academy of Sciences of the USSR), 1986, vol. 287, no. 2, pp. 396–400.
7. Krendelev F. P., Fleshler V. I., Cherednichenko V. P. *Doklady Akademii nauk SSSR* (Reports of the Academy of Sciences of the USSR), 1988, vol. 300. no. 4, pp. 910–913.
8. *Malaya entsiklopediya Zabaykaliya: Prirodnoye naslediye / gl. red. R. F. Geniatulin* (Small Encyclopedia of Transbaikalia: Natural heritage / ch. ed. R. F. Geniatulin). Novosibirsk: Nauka, 2009. 698 p.
9. Obruchev V. A. *Izvestiya AN SSSR. Seriya “Geologicheskaya”* (Proceedings of the AN SSSR. Series “Geological”), 1948, no. 5, p. 13–24.
10. Obyazov V. A. *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshchestva* (Proceedings of the Russian Geographical Society), 1994, no. 5, pp. 48–54.
11. Obyazov V. A. *Zakonomernosti uvlazhneniya stepnoy zony Zabaykaliya i ih proyavleniya v rezhime ozor (na primere Toreyskih ozyor)*: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk (Patterns of moistening of the steppe zone of Transbaikalia and their manifestations in the regime of lakes (on the example of the Torey lakes)): abstract of the dissertation ... candidate of geographical sciences). SPb., 1996, 21 p.

12. Rossiyskaya geologicheskaya entsiklopediya (Russian Geological Encyclopedia). Moscow; St. Petersburg: VSEGEI, 2010. 664 p.
13. Tatarinov A. V., Abramov B. N. Geotektonika (Geotectonics), 2001, no. 4, pp. 55–67.
14. Ufimtsev G. F. Izvestiya Zabaykalskogo filiala Geograficheskogo obschestva SSSR (Proceedings of the Transbaikal Branch of the Geographical Society of the USSR), 1970, vol. 6, no. 3. P. 3–17.
15. Shamsutdinov V. Kh. Byulleten komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda (Bulletin of the commission for the study of the Quaternary period), 1975, no. 44, pp. 89–96.

**Информация об авторе****Information about the author**

Салихов Владимир Салихович, д-р геол.-минерал. наук, профессор кафедры прикладной геологии и технологии геологической разведки, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: геология рудных месторождений  
salikhovvs41@inbox.ru

Vladimir Salikhov, doctor of geological and mineralogical sciences, professor, Applied Geology and Technology of Geological Exploration department , Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: geology of ore deposits

**Для цитирования**

Салихов В. С. Феномен пульсирующих озёр Торея (Забайкалье) // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 4. С. 135–141. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-135-141.

Salikhov V. The phenomenon of pulsating lakes of Torey (Transbaikalia) // Transbaikal State University Journal, 2022, vol. 28, no. 4. 35–141. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-4-135-141.

Статья поступила в редакцию: 25.04.2022 г.

Статья принята к публикации: 27.04.2022 г.

## Персоналии



### **ИВАНОВ СЕРГЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ, ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК ЗАБАЙКАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА»**

Родился 29 августа 1959 г. в г. Чита, ректор Забайкальского государственного университета, доктор технических наук (2013), профессор (2007), Депутат Думы городского округа «Город Чита» (2008; 2014; 2019), председатель совета ректоров Забайкальского края (2020), Член регионального политсовета партии Единая Россия (2012), академик МАНЭБ (1999), член-корреспондент РАЕН (2005); председатель редакционного совета журнала «Вестник Забайкальского государственного университета»; член редакционной коллегии журнала "Системы. Методы. Технологии"; член экспертного редакционного совета журнала «Аккредитация в образовании»; Заслуженный деятель науки и техники Читинской области (1999), «Заслуженный работник высшей школы РФ» (2011), Заслуженный профессор Забайкальского государственного университета (2020); Почетный работник высшего образования Российской Федерации (2001). За большой личный вклад в развитие Забайкальского государственного университета, совершенствование системы высшего образования, большую научно-исследовательскую и общественно-политическую работу награжден медалью «За заслуги перед городом Чита» (2016).

Окончил Читинский политехнический институт (1981). После окончания аспирантуры Ленинградского политехнического института им. М. И. Калинина в 1986 г. успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. С 1986 г. работает в ЗабГУ. В 1998 г. назначен на должность декана энергетического факультета, затем директора Энергетического института (2000), первый проректор ЗабГУ (2004–2012).

Разработал оригинальный способ очистки дымовых газов котлов с применением местного природного сырья (цеолитов); предложил ряд способов и методов оптимизации режимов работы и тепловых схем ТЭС; под его руководством внедрено более трехсот энергосберегающих мероприятий на различных объектах региона, дающих значительный экономический эффект; активно работает в области промышленной безопасности.

Основатель Забайкальской школы ученых-теплоэнергетиков. Руководитель аспирантуры, под руководством С. А. Иванова подготовлено 15 кандидатов технических наук. Член консультативного совета по научно-технической политике и инновациям при Губернаторе Забайкальского края. Автор более 200 научных публикаций, в том числе монографии и учебные пособия с грифом Министерства образования РФ, 9 авторских свидетельств на изобретения и патентов. В 2012 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук на тему «Повышение эффективности работы теплоэнергетического оборудования электростанций в энергосистемах с преобладающей долей ТЭЦ за счет совершенствования тепловых схем и режимов работы (на примере Забайкальского края)».

Количество статей в Scopus – 19.

Количество цитирований в Scopus – 33.

Индекс Хирша в Scopus – 3.

Scopus ID – 57149911400.

Количество статей в РИНЦ – 195.

Количество цитирований в РИНЦ – 844.

Количество статей в журналах из перечня ВАК – 77.

Индекс Хирша в РИНЦ – 14.

SPIN-код: 9459-4405, AuthorID: 596312.

---

## **Перечень требований и условий публикации статей в научном журнале «Вестник Забайкальского государственного университета»**

### **1. Правила публикации статей в журнале**

1.1. Материал, предлагаемый для публикации, должен являться оригинальным, неопубликованным ранее в других печатных изданиях. Согласие на публикацию необходимо подтвердить личной подписью каждого автора в конце статьи. Рекомендуемый объем статьи – 0,5...1 печ. л. (8...16 с.). В объем рукописи включены аннотация и список литературы. Публикация статьи платная – 335 р. за одну страницу машинописного текста (интервал 1,5; размер шрифта – 14). Оплата производится после утверждения текста статьи редакционным советом. Для сотрудников ЗабГУ, аспирантов и докторов всех вузов публикация статей – за счет средств университета. Почтовые услуги за пересылку авторского экземпляра составляют 200 р. (реквизиты для оплаты можно найти по ссылке [http://zabgu.ru/php/page.php?query=rekvizity%27\\_zabgu](http://zabgu.ru/php/page.php?query=rekvizity%27_zabgu) в платеже необходимо отметить «за услуги РИК».). Копию квитанции об оплате высыпать на электронный адрес [rik-romanova-chita@mail.ru](mailto:rik-romanova-chita@mail.ru).

1.2. Редакционная коллегия оставляет за собой право на научное и литературное редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта. За точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор. Присланые рукописи авторам не возвращаются.

1.3. Редакция научного журнала «Вестник Забайкальского государственного университета» осуществляет независимое рецензирование статей. Статья, направленная автору на доработку, должна быть возвращена в редакцию (с пометкой «исправленная») в течение 10 дней, в противном случае она будет отклонена. Доработанный вариант статьи рецензируется и рассматривается заново.

1.4. Материалы статьи предоставляются:

- а) по электронной почте: [rik-romanova-chita@mail.ru](mailto:rik-romanova-chita@mail.ru);
- б) на почтовый адрес: 672039, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30, Забайкальский государственный университет, редакция журнала «Вестник Забайкальского государственного университета»;
- в) непосредственно в редакцию (корпус 01, каб. 320).

По вопросам публикации статей обращаться к главному редактору журнала – Романовой Нелли Петровне – по тел.: (3022) 21-88-73; факс (3022) 41-64-44; E-mail: [rik-romanova-chita@mail.ru](mailto:rik-romanova-chita@mail.ru)

### **2. Комплектность и форма предоставления авторских экземпляров**

2.1. Предоставляемые материалы должны содержать:

- научное направление;
- шифр УДК;
- фамилию, имя, отчество автора (соавторов) (полностью) (на русском и английском языках);
- название статьи (на русском и английском языках);
- аннотацию – 200–250 слов (на русском и английском языках). В аннотации должны быть отражены: введение, актуальность, объект, предмет, цель, задачи, методология и методы исследования, разработанность темы, результаты исследования, выводы. По аннотации читатель должен определить, стоит ли обращаться к полному тексту статьи для получения более подробной, интересующей его информации;
- ключевые слова или словосочетания – не менее 10 (на русском и английском языках);
- основную часть. Текст статьи должен иметь следующую структуру: введение, актуальность, объект, предмет, цель, задачи, методология и методы исследования, разработанность темы, результаты исследования, выводы.
- список литературы (не более чем 5-летней давности) 15 источников (правила оформления см. в п. 2.4);
- сведения об авторе (авторах): фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, занимаемая должность, место работы, город, страна, контактный телефон и e-mail, почтовый адрес с индексом (для отправления журнала) (на русском и английском языках);
- научные интересы автора (авторов) (на русском и английском языках);
- цветную фотографию автора (авторов) на белом фоне (деловой стиль) в электронной версии в формате \*.JPG, \*.BMP или \*.TIFF, размер файла до 1 MB;
- рецензию научного руководителя, консультанта или специалиста, занимающегося темой заявленного исследования (оригинальная или электронная версия). В рецензии должна быть указана контактная информация рецензента;
- экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати (сканированная копия) (образец – на сайте [www.zabgu.ru](http://www.zabgu.ru));
- результат оригинальности текста, проверенного на plagiat желательно в системе «Антиплагиат» ([info@antiplagiat.ru](mailto:info@antiplagiat.ru)) (необходимо предоставить сведения об оригинальности текста).

#### **2.2. Общие правила оформления текста**

Статью на электронном носителе следует сохранять под именем, соответствующим фамилии первого автора, набирается в программе Microsoft Office Word.

---

Рекомендуется соблюдать следующие установки:

Параметры страницы: верхнее и нижнее поля – 2,5 см, левое – 3 см, правое – 1 см; ориентация – книжная; перенос – автоматический. Абзацный отступ – 1,25 см. Нумерация страниц – на нижнем поле. Шрифт – Times New Roman, размер – 14 пт, межстрочный интервал – 1,5. Формат бумаги – А4.

Для акцентирования элементов текста рекомендуется использовать курсив. Выделение текста жирным шрифтом и подчеркивание не допускается.

### 2.3. Формулы, рисунки, таблицы

При использовании формул (кроме заголовка статьи и аннотации) рекомендуется применять Microsoft Equation 3 при установках: элементы формулы – курсивом; для греческих букв и символов – шрифт Symbol, для остальных элементов – Times New Roman (использование букв русского алфавита в формуле нежелательно). Размер символов: обычный – 14 пт, крупный индекс – 10 пт, мелкий индекс – 7 пт, крупный символ – 18 пт, мелкий символ – 14 пт. Экспозиции элементов формул в тексте следует оформлять в виде формул. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов рекомендуется приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Формулы следует нумеровать порядковой нумерацией арабскими цифрами в круглых скобках, например, А = а:в, (1). Ссылки в тексте на порядковые номера формул оформляют в скобках, например, ... в формуле (1).

Рисунки необходимо выполнять с разрешением 300 дп; предоставлять в виде отдельных файлов с расширением \*.JPG, \*.BMP, \*.TIFF и распечаткой на бумаге формата А4 с указанием имени файла. Изображения должны допускать перемещение в тексте и возможность изменения размеров. Схемы и графики выполнять во встроенной программе MS Word или в MS Excel с предоставлением исходного файла. Рисунки следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, он не нумеруется. Рисунки необходимо предоставлять в цветном виде. Название рисунков должно быть на русском и английском языках.

Таблицы должны иметь тематические и нумерационные заголовки и ссылки на них в тексте. Тематические заголовки должны отражать их содержание, быть точными, краткими, размещены над таблицей. Таблицу следует располагать непосредственно после абзаца, в котором она упоминается впервые. Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы; при необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Текстовое оформление таблиц в электронных документах: шрифт Times New Roman или Symbol, 12 кегль. Таблицы не нужно прикреплять в отдельных документах. Заголовок и содержание таблиц предоставлять на русском и английском языках. Английская версия содержания таблиц оформляется через слэш (/).

### 2.4. Список литературы

Ссылки на источники в тексте статьи следует оформлять в квадратных скобках в соответствии с нумерацией в списке литературы, который для оригинальной статьи – не менее 10 источников.

Список литературы необходимо составлять в алфавитном порядке. Алфавитный порядок ссылок нумеруется. Не допускается выносить ссылки из текста вниз полосы. В списке литературы не должно быть наименований учебной литературы, диссертаций и литературы без авторства (конституция, законы, о них только говорится в тексте). Самоцитирование не допускается. В списке должно быть не менее двух источников на иностранном языке.

Нормативные документы, законы, постановления и т.д. оформляются в виде подстрочных источников на соответствующей странице статьи.

Список литературы предоставлять в двух вариантах: на русском языке (ГОСТ 7.0.5. – 2008. Библиографическая ссылка), а также НЕОБХОДИМО повторять русскоязычный список литературы полностью в романском алфавите (для зарубежных баз данных), согласно следующим требованиям:

– авторы (транслитерация), название источника (транслитерация, курсивом; в круглых скобках перевод на английский язык), выходные данные с обозначениями на английском языке либо только цифровые. Заглавия статей опускаются, т.к. в аналитической системе они не используются (достаточно указать название журнала) (подробная информация о оформлении библиографического списка см. на сайте [www.zabgu.ru](http://www.zabgu.ru)).

Пример описания статьи из журналов:

Polyanchikov Yu.N., Bannikov A.I., Kurchenko A.I. Vestn. Saratovsk. Gos. Tekhn. Univ. (Saratov State Technical University), 2007, no. 1 (23), P. 21-24.

Материалы конференций:

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z., Muhametshina R.Ju., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma «Novye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi» (Proc. 6th Int. Technol. Symp. "New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact"). Moscow, 2007, P. 267-272.

Книги (монографии, сборники, материалы конференций в целом):

Nenashov M.F. Poslednee pravitel'stvo SSSR [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p.

Ссылка на Интернет-ресурс:

Pravila Tsitirovaniya Istochnikov (Rules for the Citing of Sources) Available at: <http://www.scribd.com/doc/1034528/> (accessed 7 February 2011)

### 2.5. Правила транслитерации

На сайте <http://www.translit.ru/> можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу.

Редакция оставляет за собой право отклонять статьи, не отвечающие указанным требованиям.

# **ВЕСТНИК**

## **ЗАБАЙКАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

---

---

**2022**

**Том 28, № 4**

Главный редактор Н. П. Романова

Литературный редактор Т. Р. Шевчук

Технический редактор И. В. Петрова

Подписано в печать 29.04.2022

Дата выхода в свет 29.04.2022

Форм. бум. 60 x 84 1/8

Печать цифровая

Уч.-изд. л. 14,0

Тираж 500 экз. (1-й з-д 1–100 экз.)

Бум. тип. № 2

Гарнитура основного

текста «Pragmatica»

Усл. печ. л. 16,9

Заказ № 22010

---

Отпечатано в ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет»

---

672039, Забайкальский край, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30