

DOI: 10.21209/2227-9245

DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3

ВЕСТНИК

ЗАБАЙКАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО

УНИВЕРСИТЕТА 2024

Том 30. № 3

TRANSBAIKAL STATE UNIVERSITY JOURNAL

Vol. 30. No. 3

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ
ФГБОУ ВО «Забайкальский
государственный университет»

672039, Забайкальский край, г. Чита,
ул. Александрo-Заводская, 30

АДРЕС РЕДАКЦИИ

672039, г. Чита,
ул. Александрo-Заводская, 30, каб. 414

Тел.: +7 (3022) 21-86-38

FOUNDER AND EDITOR
FSBI HE
“Transbaikal State University”

672039, Transbaikal Region, Chita,
Aleksandro-Zavodskaya st., 30

EDITORIAL ADDRESS

672039, Chita,
Aleksandro-Zavodskaya st., 30, of. 414

Tel.: +7 (3022) 21-86-38

vestnik@zabgu.ru
VestnikZabGU@yandex.ru
<http://zabvestnik.com>

ВЕСТНИК

Забайкальского
государственного
университета



Основан в 1995 г.

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: **4 номера в год**

Подписку на журнал «Вестник ЗабГУ» можно оформить в любом почтовом отделении. Подписной индекс по федеральному почтовому Объединённому каталогу «Пресса России» и интернет-каталогу «Российская периодика» – www.arpk.org: 82102
Подписка осуществляется и через редакцию

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

Журнал включён в:

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

Язык издания: русский, английский, китайский

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

Редакционная коллегия

Главный редактор

Шумилова Лидия Владимировна, доктор технических наук, доцент

Ответственный секретарь

Петрова Ирина Владимировна, кандидат социологических наук, доцент

Журнал входит в Перечень ВАК РФ рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук по научным специальностям:

- 1.6.10. Геология, поиски и разведка твёрдых полезных ископаемых, минерагения (геолого-минералогические науки, технические науки);
- 1.6.21. Геоэкология (геолого-минералогические науки, географические науки);
- 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых (технические науки);
- 5.2.4. Финансы (экономические науки);
- 5.2.5. Мировая экономика (экономические науки);
- 5.5.2. Политические институты, процессы, технологии (политические науки);
- 5.5.4. Международные отношения (политические науки)

Журнал «Вестник ЗабГУ» относится к категории **K2** в соответствии с категорированием журналов, входящих в Перечень ВАК (порядковый номер в Перечне – 948)

© Забайкальский государственный университет, 2024

Редактор Е. В. Голованова

Редактор перевода С. Е. Каплина, д-р пед. наук, профессор
Технический редактор Г. А. Зенкова

Подписано в печать 27.09.2024. Дата выхода в свет 30.09.2024
Форм. бум. 60x84 1/8. Бумага ксерографическая. Гарнитура "Arial"
Способ печати оперативный. Заказ № 24028. Усл. печ. л. 17,2. Уч.-изд. л. 14,8
Тираж 500 экз. (1-й з-д 1–100 экз.)
Цена свободная

Отпечатано в ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет»
672039, Россия, г. Чита, ул. Александрo-Заводская, 30

Transbaikal State University Journal



Founded in 1995

The Journal is registered

by Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Communications (Roskomnadzor)

Certificate of registration in Mass Media
PI № FS 7771265 dated by 17.10.2017

Frequency of publication: **4 issues per year**

Periodicals Directory Subscription to the Transbaikal State University Journal can be registered at any post office. Index is in accordance with the federal postal general catalogue "The Russian Press" and internet-catalogue "Russian periodicals" www.arpk.org: 82102. Subscription can be also registered by means of editorship.

All materials published in the scientific journal "Transbaikal State University Journal" have intellectual property rights and are protected by copyright. Translation of the materials and their republication in any form, including electronic one, cannot be performed without written consent with the editorial board

The journal is included into:

- the system of the Russian Index of Scientific Citation (RISC);
- the database of VINITI RAN;
- SEL "Ciberleninka";
- the catalogue of cabalogue periodicals Ulrich's Periodicals Directory

Language of publication: Russian, English, Chinese

Authors are fully responsible for the choice and presentation of facts contained in the articles; the expressed views do not necessarily reflect the views of the editorial board

Editorial Board

Editor-in-Chief

Shumiloma Lidiya Vladimirovna, Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor

Executive Secretary

Petrova Irina Vladimirovna, Candidate of Sociological Sciences, Assistant Professor

The journal is included in the List of the Higher Attestation Commission of the Russian Federation of peer-reviewed scientific publications in which the main scientific results of dissertations for the degree of Doctor of Sciences and Candidate of Sciences in scientific specialties should be published:

- 1.6.10. Geology, prospecting and exploration of solid minerals, mineralogy (Geological and Mineralogical Sciences, Technical Sciences);
- 1.6.21. Geoecology (Geological and Mineralogical Sciences, Geographical Sciences);
- 2.8.9. Mineral processing (Technical Sciences);
- 5.2.4. Finance (Economic Sciences);
- 5.2.5. World Economy (Economic Sciences);
- 5.5.2. Political institutions, processes, technologies (Political Sciences);
- 5.5.4. International Relations (Political Sciences)

The journal "Transbaikal State University Journal" belongs to the category **K2** in accordance with the categorization of journals included in the List of the Higher Attestation Commission (the serial number in the List is 948)

© Transbaikal State University, 2024

Editor E. V. Golovanova
Editor of translation S. E. Kaplina, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor
Technical editor G. A. Zenkova

Signed to print 27.09.2024. Date of publication 30.09.2024
Format 60×84 1/8. Xerographic paper. Headset "Arial". Operative printing. Order No. 24019
Conv. quires 17,2. Ed.-print quires 14,8
Circulation 500 copies (first impression 1–100 copies)
Free price

Printed by FSBEI HE "Transbaikal State University"
672039, Russia, Chita, Aleksandro-Zavodskaya st., 30

Члены редакционного совета

Научные специальности журнала из Перечня ВАК

1.6. Науки о Земле и окружающей среде

1.6.10. Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения (геолого-минералогические, технические науки): Бычков И. В., академик РАН, доктор технических наук, профессор (г. Иркутск); Кирдяшкин А. А., доктор геолого-минералогических наук, профессор РАН (г. Новосибирск); Павленко Ю. В., доктор геолого-минералогических наук, профессор (г. Чита); Секисов А. Г., доктор технических наук (г. Хабаровск); Юргенсон Г. А., доктор геолого-минералогических наук, профессор (г. Чита).

1.6.21. Геоэкология (геолого-минералогические, географические науки): Алексеев В. Р., доктор географических наук, профессор (г. Якутск); Зелинская Е. В., доктор технических наук, профессор (г. Иркутск); Макаров В. Н., доктор геолого-минералогических наук, профессор (г. Якутск); Калабин Г. В., доктор технических наук, главный научный сотрудник (г. Москва); Размахнин К. К., доктор технических наук, доцент (г. Чита); Владимирова И. Н., доктор географических наук (г. Иркутск); Новиков А. Н., доктор географических наук, доцент (г. Чита); Томских А. А., доктор географических наук, доцент (г. Чита).

2.8. Недропользование, горные науки

2.8.9. Обогащение полезных ископаемых (технические науки): Матвеев А. И., доктор технических наук, старший научный сотрудник (г. Якутск); Мязин В. П., доктор технических наук, профессор (г. Чита); Орехова Н. Н., доктор технических наук, доцент (г. Магнитогорск); Потапов В. Я., доктор технических наук, профессор (г. Екатеринбург); Ростовцев В. И., доктор технических наук, старший научный сотрудник (г. Новосибирск); Шадрунова И. В., доктор технических наук, профессор (г. Москва).

5.2. Экономика

5.2.4. Финансы (экономические науки): Вылкова Е. С., доктор экономических наук, профессор (г. Санкт-Петербург); Глазырина И. П., доктор экономических наук, профессор (г. Чита); Городкова С. А., доктор экономических наук, доцент (г. Чита); Кох Л. В., доктор экономических наук, профессор (г. Санкт-Петербург); Малышев Е. А., доктор экономических наук, профессор (г. Санкт-Петербург); Оборин М. С., доктор экономических наук, профессор (г. Пермь); Санжина О. П., доктор экономических наук, профессор (г. Улан-Удэ); Шелковников С. А., доктор экономических наук, профессор (г. Новосибирск).

5.2.5. Мировая экономика (экономические науки): Атанов Н. И., доктор экономических наук, профессор (г. Улан-Удэ); Буров В. Ю., доктор экономических наук, доцент (г. Чита); Дугина Е. Л., доктор экономических наук, профессор (г. Улан-Удэ).

5.5. Политология

5.5.2. Политические институты, процессы, технологии (политические науки): Бейдина Т. Е., доктор политических наук, профессор (г. Чита); Воскресенский А. Д., доктор политических наук, профессор (г. Москва); Зуляр Ю. А., доктор исторических наук, профессор (г. Иркутск); Омеличкин О. В., доктор политических наук, профессор (г. Кемерово); Романова И. В., доктор социологических наук, профессор (г. Чита); Цыренова Т. Б., доктор политических наук, доцент (г. Улан-Удэ).

5.5.4. Международные отношения (политические науки): Воскресенский А. Д., доктор политических наук, профессор (г. Москва); Залеская О. В., доктор исторических наук, доцент (г. Благовещенск); Кучинская Т. Н., доктор политических наук (г. Чита); Матвеева Е. В., доктор политических наук (г. Кемерово); Печерица В. Ф., доктор исторических наук, профессор (г. Владивосток); Чесноков А. С., доктор политических наук, доцент (г. Екатеринбург).

Научные специальности, по которым журнал не входит в Перечень ВАК

1.5. Биологические науки

1.5.15. Экология (технические науки): Заслоновский В. Н., доктор технических наук, профессор (г. Чита); Калабин Г. В., доктор технических наук, профессор (г. Москва); Оглы З. П., доктор биологических наук, доцент (г. Чита); Орехова Н. Н., доктор технических наук, доцент (г. Магнитогорск); Размахнин К. К., доктор технических наук, доцент (г. Чита); Санжиева С. Е., доктор биологических наук, доцент (г. Улан-Удэ); Семьячков А. И., доктор геолого-минералогических наук, профессор (г. Москва); Ульрих Д. В., доктор технических наук, доцент (г. Челябинск); Шадрунова И. В., доктор технических наук, профессор (г. Москва).

1.6.13. Экономическая, социальная, политическая, рекреационная география (географические науки): Гомбоев Б. О., доктор географических наук, доцент (г. Улан-Удэ); Дунец А. Н., доктор географических наук, доцент (г. Барнаул); Заборцева Т. И., доктор географических наук, доцент (г. Иркутск); Мартынов В. Л., доктор географических наук, профессор (г. Санкт-Петербург); Новиков А. Н., доктор географических наук, доцент (г. Чита); Сысоева Н. М., доктор географических наук (г. Иркутск); Томских А. А., доктор географических наук, доцент (г. Чита).

2.8.8. Геотехнология, горные машины: Аренс В. Ж., доктор технических наук, профессор (г. Москва); Авдеев П. Б., доктор технических наук, профессор (г. Чита); Галченко Ю. П., доктор технических наук, профессор (г. Москва); Данилов Б. Б., доктор технических наук, профессор (г. Новосибирск); Каплунов Д. Р., член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор (г. Москва); Казарян В. А., член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор (г. Москва); Логачёв А. В., доктор технических наук, доцент (г. Новочеркасск); Лизункин М. В., доктор технических наук, доцент (г. Чита); Макишин В. Н., доктор технических наук, доцент (г. Владивосток); Морозов А. А., доктор технических наук (г. Краснокаменск); Овсейчук В. А., доктор технических наук, профессор (г. Чита).

2.10. Техносферная безопасность

2.10.2. Экологическая безопасность (технические науки): Семьячков А. И., доктор геолого-минералогических наук, профессор (г. Москва); Блиновская Я. Ю., доктор технических наук, профессор (г. Владивосток); Воронов Е. Т., доктор технических наук, профессор (г. Чита); Овешников Ю. М., доктор технических наук, профессор (г. Чита); Санжиева С. Е., доктор биологических наук, доцент (г. Улан-Удэ); Ульрих Д. В., доктор технических наук, доцент (г. Челябинск).

Члены международного редакционного совета

1.5. Биологические науки; 1.6. Науки о Земле и окружающей среде: Асадов Х. Г., доктор технических наук (Азербайджанская Республика); Баастын О., доктор географических наук (Монголия); Жумабаев Б. Ж., доктор технических наук (Кыргызская Республика); Кожоголов К. Ч., доктор технических наук, профессор (Кыргызская Республика); Колев Ч. В., профессор (Болгария); Нгуен Хоай Тъяу, профессор (Вьетнам).

2.8. Недропользование, горные науки; 2.10. Техносферная безопасность: Долгоносков В. Н., доктор технических наук (Республика Казахстан); Евангелос Гидеракос, доктор технических наук, профессор (Греция); Рыспанов Н. Б., доктор технических наук, профессор (Республика Казахстан); Мансур Заали, профессор (Иран); Мехмет Билен, доктор технических наук, профессор (Турция); Мустафа Адам, доктор технических наук (Австралия).

5.2. Экономика: Мауи Michigami, доктор экономических наук, профессор (Япония); Hassel L. G., доктор экономических наук, профессор (Швеция); Оюунцэцэг Л., доктор экономических наук, профессор (Монголия).

5.5. Политология: Ан Сен Ир, профессор (Китай); Ван Чжи Хуа, доктор юридических наук, профессор (Китай); Шоболотов Т. Т., доктор политических наук (Кыргызская Республика); Янь Шуфан, доктор философских наук (Китай).

Editorial Board

The scientific specialties of the journal from the List of the Higher Attestation Commission

1.6. Earth and Environmental sciences

1.6.10. Geology, Prospecting and Exploration of Solid Minerals, Mineralogy (Geological-Mineralogical Sciences, Technical Sciences): Bychkov I. V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of Russian Academy of Sciences (Irkutsk); Kirdyashkin A. A., Doctor of Geological and Mineral Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk); Pavlenko Yu. V., Doctor of Geological-Mineral Sciences, Professor (Chita); Sekisov A. G., Doctor of Technical Sciences (Khabarovsk); Yurgenson G. A., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor (Chita).

1.6.21. Geoecology (Geological-Mineralogical Sciences, Geographical Sciences): Alekseev V. R., Doctor of Geographical Sciences, Professor (Yakutsk); Zelinskaya E. V., Doctor of Technical Sciences, Professor (Irkutsk); Makarov V. N., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor (Yakutsk); Kalabin G. V., Doctor of Technical Sciences, Chief Scientific Officer (Moscow); Razmakhnin K. K., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Chita); Vladimirov I. N., Doctor of Geographical Sciences (Irkutsk); Novikov A. N., Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor (Chita); Tomskikh A. A., Doctor of Geography, Associate Professor (Chita).

2.8. Subsoil Use, Mining Sciences

2.8.9. Mineral processing (Technical Sciences): Matveev A. I., Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher (Yakutsk); Myazin V. P., Doctor in Technical Sciences, Professor (Chita); Orekhova N. N., Doctor Of Technical Sciences, Associate Professor (Magnitogorsk); Potapov V. Ya., Doctor of Technical Sciences, Professor (Yekaterinburg); Rostovtzev V. I., Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher (Novosibirsk); Shadrunova I. V., Doctor of Technical Sciences, Professor (Moscow).

5.2. Economics

5.2.4. Finance (Economic Sciences): Vylkova E. S., Doctor of Economic Sciences, Professor (St. Petersburg); Glazyrina I. P., Doctor of Economic Sciences, Professor (Chita); Gorodkova S. A., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor (Chita); Kokh L. V., Doctor of Economic Sciences, Professor (St.-Petersburg); Malyshev E. A., Doctor of Economic Sciences, Professor (St.-Petersburg); Oborin M. S., Doctor of Economic Sciences, Professor (Perm); Sanzhina O. P., Doctor of Economic Sciences, Professor (Ulan-Ude); Shelkovnikov S. A., Doctor of Economic Sciences, Professor (Novosibirsk).

5.2.5. World Economy (Economic Sciences): Atanov N. I., Doctor of Economic Sciences, Professor (Ulan-Ude); Burov V. Yu., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor (Chita); Dugina E. L., Doctor of Economic Sciences, Professor (Ulan-Ude).

5.5. Politology

5.5.2. Political Institutions, Processes, Technologies (Political Sciences): Beydina T. E., Doctor of Political Sciences, Professor (Chita); Voskresensky A. D., Doctor of Political Sciences, Professor (Moscow); Zulyar Yu. A., Doctor of Historical Sciences, Professor (Irkutsk); Omelichin O. V., Doctor of Political Sciences, Professor (Kemerovo); Romanova I. V., Doctor of Sociological Sciences, Professor (Chita); Tsyrenova T. B., Doctor of Political Sciences, Associate Professor (Ulan-Ude).

5.5.4. International Relations (Political Science): Voskresensky A. D., Doctor of Political Sciences, Professor (Moscow); Zalesskaya O. V., Doctor of Historical Sciences, Associate Professor (Blagoveshchensk); Kuchinskaya T. N., Doctor of Political Sciences (Chita); Matveeva E. V., Doctor of Political Sciences (Kemerovo); Pecheritsa V. F., Doctor of Historical Sciences, Professor (Vladivostok); Chesnokov A. S., Doctor of Political Sciences, Associate Professor (Yekaterinburg).

The scientific specialties for which the journal is not included in the List of the Higher Attestation Commission

1.5. Biological Sciences

1.5.15. Ecology (Technical Science): Zasloumovsky V. N., Doctor of Technical Sciences, Professor (Chita); Kalabin G. V., Doctor of Technical Sciences, Professor (Moscow); Ogly Z. P., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor (Chita); Orekhova N. N., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Magnitogorsk); Razmakhnin K. K., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Chita); Sanzhieva S. E., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor (Ulan-Ude); Semyachkov A. I., Doctor of Geological And Mineral Sciences, Professor (Moscow); Ulrikh D. V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Chelyabinsk); Shadrunova I. V., Doctor of Technical Sciences, Professor (Moscow).

1.6.13. Economic, Social, Political, Recreational Geography (Geographical Sciences): Gomboev B. O., Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor (Ulan-Ude); Dunets A. N., Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor (Barnaul); Zabortseva T. I., Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor (Irkutsk); Martynov V. L., Doctor of Geographical Sciences, Professor (St. Petersburg); Novikov A. N., Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor (Chita); Sysoeva N. M., Doctor of Geographical Sciences (Irkutsk); Tomskikh A. A., Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor (Chita).

2.8.8. Geotechnology, Mining Machines: Arens V. Zh., Doctor of Technical Sciences, Professor (Moscow); Avdeev P. B., Doctor of Technical Sciences, Professor (Chita); Galchenko Yu. P., Doctor of Technical Sciences, Professor (Moscow); Danilov B. B., Doctor of Technical Sciences, Professor (Novosibirsk); Kaplunov D. R., Corresponding Member Academician of Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor (Moscow); Kazaryan V. A., Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor (Moscow); Logachev A. V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Novocherkassk); Lizunkin M. V., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Chita); Makishin V. N., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor (Vladivostok); Morozov A. A., Doctor of Technical Sciences (Krasnokamensk); Ovseychuk V. A., Doctor of Technical Sciences, Professor (Chita).

2.10. Engineering Safety

2.10.2. Environmental Safety (Technical Science): Semyachkov A. I., Doctor of Geological And Mineral Sciences, Professor (Moscow); Bli-novskaya Ya. Yu., Doctor of Technical Sciences, Professor (Vladivostok); Voronov E. T., Doctor of Technical Sciences, Professor (Chita); Ovsh-nikov Yu. M., Doctor of Technical Sciences, Professor (Chita); Sanzhieva S. E., Doctor of Biological Sciences, Associate Professor (Ulan-Ude); Ulrikh D. V., Doctor Of Technical Sciences, Associate Professor (Chelyabinsk).

Members of the International Editorial Board

1.5. Biological sciences; 1.6. Earth and Environmental Sciences: Asadov Kh. G., doctor of Technical Sciences (Republic Of Azerbaijan); Baastyn O., Doctor of Geographical Sciences (Mongolia); Zhumabaev B. Zh., Doctor of Technical Sciences (Kyrgyz Republic); Kozhogulov K. Ch., Doctor of Technical Sciences, Professor (Kyrgyz Republic); Kolev Ch. V., Professor (Bulgaria); Nguyen Hoai Thiau, Doctor, Professor (Vietnam).

2.8. Subsoil Use, Mining Science; 2.10. Engineering Safety: Dolgonosov V. N., Doctor of Technical Sciences (Republic of Kazakhstan); Evangelos Giderakos, Doctor of Technical Sciences, Professor (Greece); Ryspanov N. B., Doctor of Technical Sciences, Professor (Republic of Kazakhstan); Mansour Zaali, Phd (Iran); Mehmet Bilen, Doctor of Technical Sciences, Professor (Turkey); Mustafa Adam, Doctor of Technical Sciences (Australia).

5.2. Economics: Mayu Michigami, Doctor of Economic Sciences, Professor (Japan); Hassel L. G., Doctor of Economic Sciences, Professor (Sweden); Oyuntseg L., Doctor Of Economic Sciences, Professor (Mongolia).

5.5. Politology: An Sen Ir, Professor (China); Wang Zhi Hua, Doctor of Law Sciences, Professor (China); Shobolotov T. T., Doctor of Political Sciences (Kyrgyz Republic); Yan Shufan, Doctor of Philosophical Sciences (China).

СОДЕРЖАНИЕ

НАУКИ О ЗЕМЛЕ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

<i>Акатьева Т. Г.</i> Изучение токсичности отходов бурения методом биотестирования	8
<i>Босов М. А., Кокорина Ю. А.</i> Проведение мониторинга поверхностного покрова территории города Читы по материалам дистанционного зондирования	16
<i>Кочев Д. В.</i> Геоэкологическое картирование селитебных территорий Забайкальского края с использованием свёрточной нейронной сети	27
<i>Сидорова Г. П., Маниковский П. М., Гущина Т. О.</i> Перспективы угольной генерации	38
<i>Томских А. А.</i> Городские поселения Дальнего Востока в итогах десятилетнего приоритета демографии	49
<i>Шеин А. Н., Башкова А. А.</i> Статистические характеристики данных температурного мониторинга грунтовых оснований фундаментов зданий города Салехарда за 2018–2023 годы как основа для автоматизации процесса первичной обработки данных	58

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ, ГОРНЫЕ НАУКИ

<i>Иванов А. Г., Вильмис А. Л., Арсентьев Ю. А., Боровков Ю. А.</i> О некоторых особенностях сооружения и эксплуатации технологических скважин в криолитозоне	70
<i>Никанюк Т. С., Конашков С. А., Понхожиева Н. С.</i> Исследование реагентного режима флотации одного из золоторудных месторождений Восточного Забайкалья	79
<i>Топычканова Е. И., Дементьева Н. А., Муллоев В. М., Чикин А. Ю.</i> Оптимизация технологии обогащения бедной технологически упорной золото-углеродсодержащей руды	89

ЭКОНОМИКА

<i>Панченко Е. Ю., Кибирева Е. Б., Казаченко Л. Д.</i> Корпоративный финансовый контроль в оценке стоимости активов	101
<i>Федорович В. О., Федорович Т. В.</i> Влияние методов амортизации активов на эффективность хозяйственной деятельности транспортной корпорации	111

ПОЛИТОЛОГИЯ

<i>Спасский Е. Н.</i> «Союз Сары Вагенкнехт – благоразумие и справедливость» и раскол левой партийной оппозиции в ФРГ: кризис или обновление?	126
---	-----

ЕСТЬ МНЕНИЕ...

<i>Комлев В. Н.</i> Рецензия на горно-геологическую часть обоснования строительства подземного хранилища радиоактивных отходов	138
--	-----

CONTENTS

EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCES

Akatieva T. G. Studying of the Toxicity of Drilling Waste Using Biotesting	8
Bosov M. A., Kokorina Yu. A. Monitoring of the Surface Cover of the Chita Territory Based on Remote Sensing Materials	16
Kochev D. V. Geoecological Mapping of Urbanized Territories of the Transbaikalian Territory Using a Convolutional Neural Network	27
Sidorova G. P., Manikovskiy P. M., Gushchina T. O. Prospects for Coal Generation	38
Tomskikh A. A. Urban Settlements of the Far East in the Results of the Ten-Year Priority of Demography	49
Shein A. N., Bashkova A. A. Statistical Characteristics of the Data of Temperature Monitoring of the Soil Bases of the Foundations of Buildings in Salekhard for 2018–2023 as a Basis for Automating the Process of Primary Data Processing	58

SUBSOIL USE, MINING SCIENCES

Ivanov A. G., Wilmis A. L., Arsenyev Yu. A., Borovkov Yu. A. On Some Features of Construction and Operation of Technological Wells in the Cryolithic Zone	70
Nikanyuk T. S., Konashkov S. A., Ponkhozhiyeva N. S. Research of the Reagent Use in the Flotation of Ore from a Gold Mine in Eastern Transbaikalia	79
Topychkanova E. I., Dementieva N. A., Mullov V. M., Chikin A. Yu. Optimization of Low-Grade Refractory Gold Ore Processing	89

ECONOMY

Panchenko E. Yu., Kibireva E. B., Kazachenko L. D. Corporate Financial Control in Asset Valuation	101
Fedorovich V. O., Fedorovich T. V. The Influence of Asset Depreciation Methods on the Efficiency of Economic Activities of a Transport Corporation	111

POLITOLOGY

Spassky E. N. “The Sahara Wagenknecht Alliance – Reason and Justice” and the Split of the Left-Wing Party Opposition in Germany: Crisis or Renewal?	126
--	-----

THERE IS AN OPINION...

Komlev V. N. Review for the Mining and Geological Part of the Feasibility Study for the Construction of an Underground Radioactive Waste Storage Facility	138
--	-----

Научная статья

УДК 574.64 /1.6.21

DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-8-15

Изучение токсичности отходов бурения методом биотестирования

Татьяна Григорьевна Акатьева

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень, Россия
akatyevat@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию
28.02.2024

Одобрена после
рецензирования 15.07.2024

Принята к публикации
06.08.2024

Ключевые слова:

буровой шлам, буровой раствор, биотестирование, тест-организм, *Daphnia magna*, тест-функция, выживаемость, общее количество молоди, удельная плодовитость, летальная концентрация, эффективная концентрация

Добыча углеводородного сырья всегда сопровождалась негативным воздействием на компоненты окружающей среды. Объект исследования – отходы, образующиеся в процессе бурения. Предмет исследования – токсичность буровых растворов для *Daphnia magna*. Актуальность исследования заключается в решении задачи использования и утилизации отходов бурения. Как правило, ими являются многокомпонентные смеси, которые при попадании в водоёмы и почвенный покров могут проявлять токсические свойства относительно гидробионтов и педофауны. Цель исследования – изучение токсичности отходов бурения для ветвистоусых рачков *Daphnia magna*. Задачи исследования: изучить влияние буровых растворов на выживаемость дафний; определить воздействие токсиканта на репродуктивную функцию рачков. В статье изложены результаты изучения влияния отходов бурения на пресноводных ракообразных *Daphnia magna*. В ходе эксперимента рассматривали действие на дафний жидкой фазы как исходных отходов бурения, так и в диапазоне разведений 1:1–1:100 методом биотестирования. Токсичность в острых и хронических (4 и 30 сут соответственно) опытах оценивали по изменению выживаемости и репродуктивной функции рачков. Определено, что в остром опыте к 4 сут наблюдений выжили 40 и 64 % рачков в вариантах с максимальным разведением (1:10 и 1:100 соответственно) бурового раствора. В хроническом эксперименте выживаемость дафний снижалась пропорционально содержанию вещества. Токсичность отходов бурения проявлялась и в нарушении репродуктивной функции рачков, в частности в запоздалом наступлении половозрелости и снижении общего количества молоди. На основании проведенных исследований получены следующие выводы: буровые растворы проявляют острую и хроническую токсичность относительно *Daphnia magna*, снижая их выживаемость на 40 % при разбавлении токсиканта в 10 и 100 раз соответственно; влияние растворов бурения на репродуктивную функцию рачков проявляется в торможении сроков полового созревания (на 2–3 сут по сравнению с контрольным вариантом) и общей плодовитости дафний, например количество появившейся молоди к 30 сут эксперимента было ниже контрольных значений на 33–50 % (в зависимости от концентрации бурового раствора).

Studying of the Toxicity of Drilling Waste Using Biotesting

Tatyana G. Akatieva

Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia

akatyevat@mail.ru

Information about the article

Received 28 February 2024

Approved after review
15 July 2024

Accepted for publication
8 August 2024

Keywords:

drill cuttings, drilling fluid, biotesting, test-organism, *Daphnia magna*, test function, survival rate, total number of juveniles, specific fecundity, lethal concentration, effective concentration

The extraction of hydrocarbon raw materials has always been accompanied by a negative impact on environmental components. The object of the research is waste generated during the drilling process. The subject of the research is toxicity of drilling fluids for *Daphnia magna*. The urgency of the problem lies in solving the problem of their use and disposal. As a rule, these are multicomponent mixtures, which, when released into water bodies and soil cover, can exhibit toxic properties towards hydrobionts and pedofauna. The purpose of the research is to study the toxicity of drilling waste to the cladocera *Daphnia magna*. The objectives are as follows: to study the effect of drilling fluids on the survival of daphnia; determine the effect of the toxicant on the reproductive function of crustaceans. The article presents the results of a study of the effect of drilling waste on the freshwater crustacean *Daphnia magna*. During the experiment, the effect on daphnia of the liquid phase of both the original drilling waste and in the dilution range of 1:1 – 1:100 was studied using biotesting. Acute and chronic toxicity (4 and 30 days, respectively) was assessed by changes in the survival and reproductive function of crustaceans. It has been determined that in a short experiment, by the 4th day of observation, 40 and 64 % of crustaceans survived in the variants with the maximum dilution (1:10 and 1:100, respectively) of the drilling fluid. In a chronic experiment, the survival rate of daphnia decreased in proportion to the substance content. The toxicity of drilling waste also manifested itself in disruption of the reproductive function of crustaceans: delayed onset of sexual maturity and a decrease in the total number of juveniles. Based on the conducted research, the following conclusions are obtained. Drilling fluids exhibit acute and chronic toxicity to *Daphnia magna*, reducing their survival by 40 % when the toxicant is diluted 10 and 100 times, respectively. The effect of drilling solutions on the reproductive function of crustaceans is manifested in the inhibition of the timing of puberty (by 2–3 days compared to the control variant) and the overall fertility of daphnia: the number of juveniles that has appeared by the 30th day of the experiment was lower than the control values by 33–50 % (depending on drilling fluid concentrations).

Введение. Известно, что на всех этапах обустройства и эксплуатации месторождений негативное влияние оказывается и на компоненты окружающей среды [2]. Все компоненты биосферы в районах нефтедобычи испытывают интенсивную техногенную нагрузку, приводящую к нарушению равновесия в экосистемах [1]. Прирост добычи нефти и газа связан с запуском новых месторождений, что сопровождается образованием отходов – буровых шламов, отработанных буровых растворов и буровых сточных вод [11; 18; 21].

Объект исследования – отходы, образующиеся в процессе бурения.

Предмет исследования – токсичность буровых растворов для *Daphnia magna*.

Актуальность исследования заключается в решении задачи использования и утилизации отходов бурения.

Основным техническим сооружением накопления отходов является шламовый амбар, который предназначен для централизованно-

го сбора отходов бурения нефтяных скважин в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду [12; 14; 16; 17].

Буровые шламы, поступающие в шламовые амбары, – это многокомпонентные смеси, состоящие на 45 % из воды и на 55 % из органических веществ. В каждом шламовом амбаре складывается около 500 м³ отходов. В результате некачественно выполненных работ по ликвидации и рекультивации шламовых амбаров, воздействия осадков может происходить фильтрация отходов бурения, которые распространяются с поверхностными или грунтовыми водами [6; 15].

В процессе длительного хранения буровых шламов происходит их расслоение на жидкую и твёрдую фазы, содержащие как выбуренную породу, так и различные вещества: бентонитовые порошки, диспергированную нефть, высокомолекулярные соединения, асфальтены, смолы, ароматические углеводороды, растворы солей и оснований. Каче-

ственный и количественный состав не постоянен и зависит от выбранной технологии бурения и глубины скважин [3].

Степень опасности отходов бурения для компонентов окружающей среды целесообразно оценивать не только стандартными (путём определения химического состава), но и биологическими (с помощью биотестирования) методами [9]. Биотестирование определяют как оценку качества компонента окружающей среды по ответным реакциям стандартизированных тест-организмов, содержащихся в лабораторных условиях [7; 8].

Цель исследования – изучение токсичности отходов бурения для ветвистоусых рачков *Daphnia magna*.

Для реализации приведённой цели поставлены следующие задачи:

- 1) изучить влияние буровых растворов на выживаемость дафний;
- 2) определить воздействие токсиканта на репродуктивную функцию рачков.

Разработанность темы исследования. Несмотря на то что проблеме изучения токсичности отходов бурения в последние годы посвящено множество публикаций [5; 11; 13; 14; 17], всё же данный вопрос следует изучать в каждом конкретном случае. К причинам такого подхода относятся, прежде всего, разнообразный химический состав отходов бурения и, соответственно, класс опасности их для окружающей среды.

Методология и методы исследования. Пробы жидкой фазы отходов бурения отобраны на территории Восточно-Елового месторождения нефти, которое расположено в Сургутском районе Ханты-Мансийского автономного округа – Югры Российской Федерации. Месторождение открыто в 1987 г., введено в разработку в 1992 г. Входит в состав Сургутского нефтегазоносного района Среднеобской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. В настоящее время является действующим. Основные полезные ископаемые представлены нефтью, горючим газом, этаном, пропаном, бутаном, нефтяной серой¹.

В качестве тест-объекта использованы ветвистоусые планктонные рачки *Daphnia magna Straus 1820*, которые являются обязательным тест-организмом при определении

¹ Восточно-Еловое нефтяное месторождение. – URL: <https://oilgasinform.ru/science/fields> (дата обращения: 19.01.2024). – Текст: электронный; Государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых. – URL: <https://rfgf.ru/gkm> (дата обращения: 16.01.2024). – Текст: электронный.

токсичности и установлении предельно допустимых концентраций различных веществ как в нашей стране², так и за рубежом [19; 20].

С помощью дафний определяют как острую, так и хроническую токсичность контролируемых объектов³.

Токсичность буровых растворов определяли в лабораторных условиях методом биотестирования. Для экспериментов готовили серию разведений опытного раствора в 1–100 раз. Затем испытуемые растворы соответствующих разведений по 100 мл наливали в стеклянные сосуды (3 повторности) и с помощью стеклянной трубочки помещали по 10 дафний в возрасте до 24 ч. Для разбавлений и в качестве контроля использовали отстоянную водопроводную воду.

В хронических опытах смену растворов производили каждые 10 сут. В течение 30 сут наблюдали за изменением выживаемости рачков, оценивали влияние вещества на репродуктивную функцию (по наступлению половозрелости рачков, общей и удельной плодовитости). Удельная плодовитость – среднее количество родившейся молоди на одну самку делением общего числа молоди, родившейся к окончанию опыта, на количество выживших самок для каждой серии разведений⁴.

Результаты исследования. В острых опытах с дафниями установлено, что в течение первого часа наблюдений 100 %-я выживаемость рачков сохранялась лишь в наибольших разведениях – 1:10 и 1:100, снижаясь до 20 % в неразбавленном буровом растворе. К первым суткам эксперимента гибель рачков продолжала возрастать: от 6–10 % (максимальные разведения) до 94–100 % в исходном и разбавленном 1:1 растворах. К окончанию срока наблюдений лишь при максимальных разведениях (1:10 и 1:100) выжили 40 и 64 % рачков соответственно (рис. 1).

² Жмур Н. С. Государственный и производственный контроль токсичности вод методами биотестирования в России. – М.: Международный Дом Сотрудничества, 1997. – С. 6–19; Федеральный реестр 1.39.2007.03222 «Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний». – М.: АКВА-РОС, 2007. – 51 с.

³ Тест-объекты, используемые для биотестирования. – URL: <https://chellab.ru/articles/test-obekty> (дата обращения: 15.01.2024). – Текст: электронный.

⁴ Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. – М.: РЭФИЯ: НИИ-Природа, 2002. – 132 с.

В хронических опытах к 10 сут выживаемость рачков снизилась на 10–60 % в разведениях 1:100 и 1: 10 соответственно. В последующий период гибель организмов возросла, к 30 сут опыта составив 17–47 % (рис. 2).

Как мы видим, выживаемость дафний снижалась пропорционально содержанию токсиканта, а к 30 сут опыта была ниже контрольных значений на 30 (1:100) – 47 (1:10) %.

Токсичность отходов бурения оказала влияние и на репродуктивную функцию рачков: первая молодь в контрольном варианте опыта появилась на 2–3 сут (в зависимости от повторности) раньше, чем в опыте с буровым раствором. Замедление полового созревания дафний сказалось и на общем

количестве молоди, появившейся в течение эксперимента. Анализ изменения данного показателя в динамике показал, что реальная плодовитость рачков в ходе эксперимента возрастала: к 30 сут количество молоди и в контрольном, и в опытных вариантах (в сравнении с 20 сут) увеличилось на 19–44 и 64 % (опытный вариант и контроль), что показано на рис. 3.

Сравнение с контрольным вариантом свидетельствует о том, что к 10 сут наблюдений в опытах с большим содержанием вещества (1:10 и 1:20) количество молоди составляло 35–27 % контрольных значений, возрастая к 30 сут (57 и 67 % соответственно), что и показано на рис. 4.

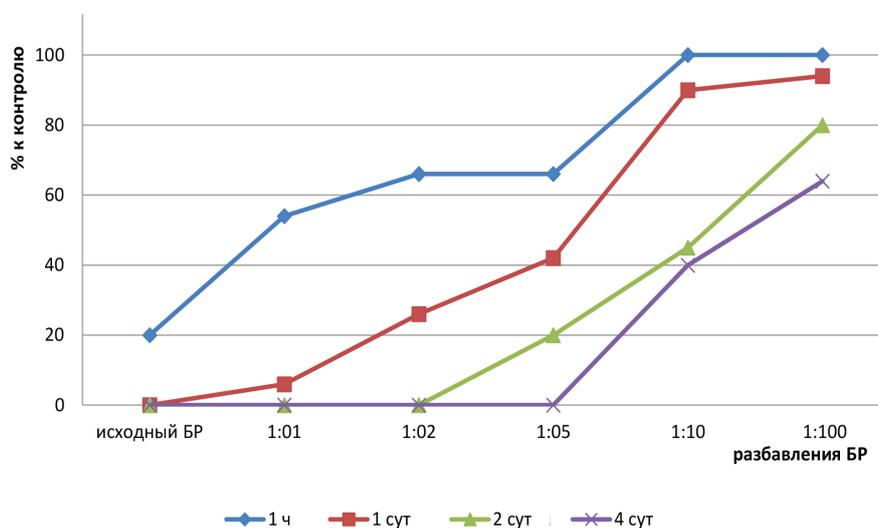


Рис. 1. Изменение выживаемости *Daphnia magna* в острых опытах /
Fig. 1. Change in survival rate of *Daphnia magna* in acute experiments

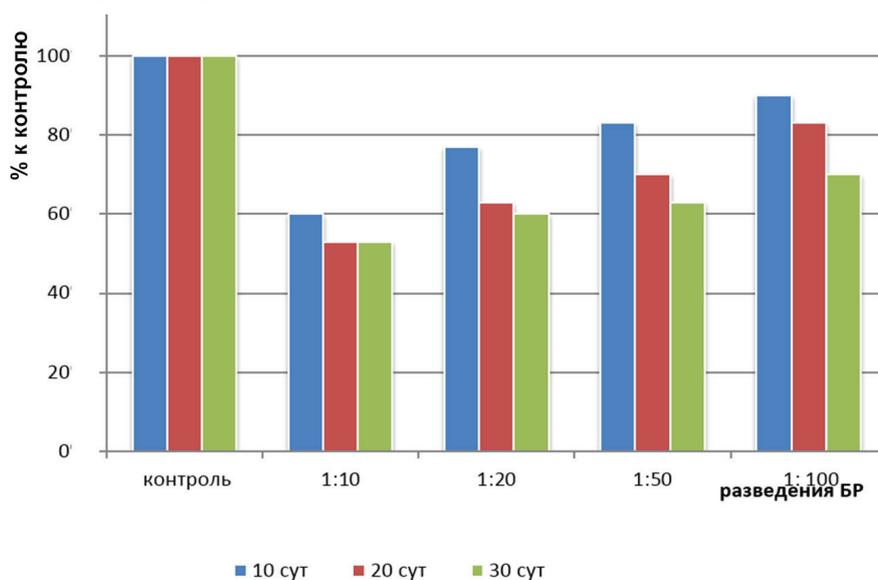


Рис. 2. Выживаемость *Daphnia magna* в хроническом опыте /
Fig. 2. Survival of *Daphnia magna* in chronic experiment

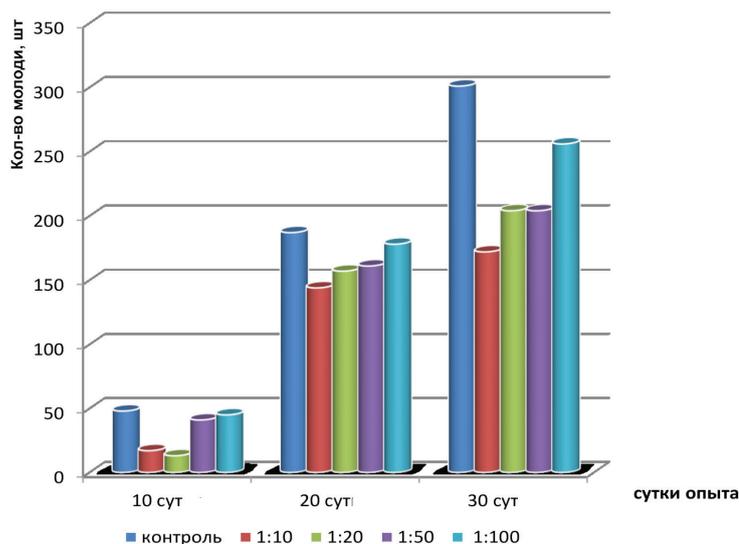


Рис. 3. Количество появившейся молоди *Daphnia magna* в хроническом опыте в динамике / **Fig. 3.** Number of emerging juveniles of *Daphnia magna* in chronic experience in dynamics

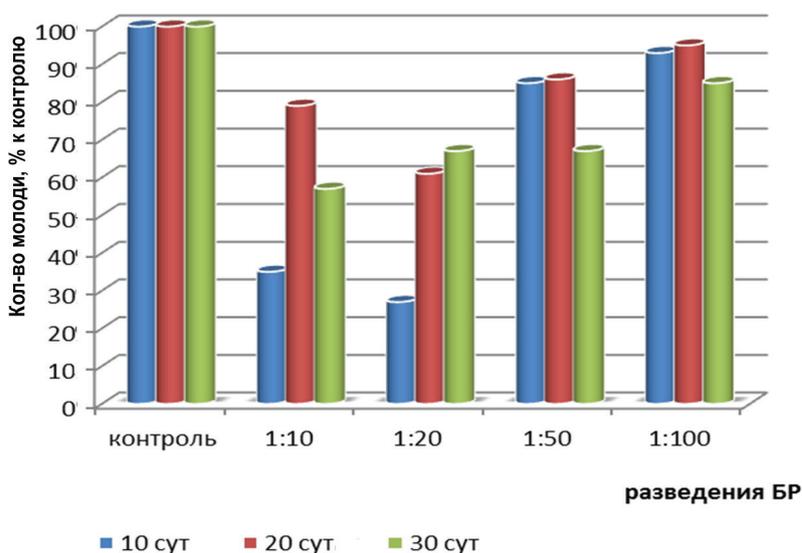


Рис. 4. Реальная плодовитость *Daphnia magna* в динамике / **Fig. 4.** Real fertility of *Daphnia magna* over time

За весь срок наблюдений общее количество молоди в опытных вариантах было ниже, чем в контроле, на 11 (1:100) – 38 (1:10) %, что, однако, не сказалось на удельной плодовитости рачков (в пересчёте на одну выжившую самку). Соответственно, во всех опытных вариантах данный показатель был выше контрольных значений на 14–27 %. Для сравнения: в контроле – 17,9; в 1:10 – 20,9; в 1:100 – 22,8 шт. на самку.

Большую роль при определении рассматриваемого показателя играет количество выживших особей к концу срока наблюде-

ний: если в контроле выживаемость оставалась 100 %-й – 30 рачков в трёх повторностях, то в разведении 1:10 – 16. Вероятно, у опытных рачков срабатывают механизмы компенсации в ответ на снижение численности популяции под действием негативного влияния токсикантов.

Аналогичный эффект действия отходов бурения на ракообразных отмечали в результатах своих исследований и другие авторы. Так, Г. Е. Рыбиной [13] определено, что буровые шламы оказывают разнонаправленное токсическое действие на ракообразных,

проявляющееся в снижении выживаемости и скорости роста, при этом в зависимости от химического состава и концентрации отходов бурения отмечено увеличение плодовитости выживших особей.

Снижение выживаемости дафний наблюдали и при изучении токсичности отходов бурения месторождений Томской и Иркутской областей. Так, для шламов Шингинского (кустовая площадка № 7) и Южно-Шингинского (кустовая площадка № 3, амбар № 1) месторождений результатами биотестирования с использованием *Daphnia magna* установлено, что водная вытяжка из отхода оказывает вредное воздействие на них при разбавлении 1:1 [5], а водная вытяжка из бурового шлама Ярактинского ме-

сторождения – при разведении в 100 раз [4; 5; 10].

Выводы

1. Буровые растворы проявляют острую и хроническую токсичность относительно *Daphnia magna*, снижая их выживаемость на 40 % при разбавлении токсиканта в 10 и 100 раз соответственно.

2. Влияние растворов бурения на репродуктивную функцию рачков проявлялось в торможении сроков полового созревания (на 2–3 сут по сравнению с контрольным вариантом) и общей плодовитости дафний: количество появившейся молоди к 30 сут эксперимента было ниже контрольных значений на 33–50 % (в зависимости от концентрации бурового раствора).

Список литературы

1. Акатьева Т. Г. Анализ растительного покрова в условиях Крайнего Севера Тюменской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 2. С. 62–66.
2. Акатьева Т. Г., Жигалев Д. С. Оценка влияния нефтегазодобычи на качество почв // Актуальные тенденции в развитии агрономической науки: материалы междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск, 2023. С. 18–21.
3. Баранов А. Е., Казанцева Н. Н., Ерохин М. А., Муравьев И. В., Белов А. Е., Мавров В. А., Кузнецов С. В., Филатов Н. Н. Комплексная переработка жидкой фазы буровых шламов нефтегазодобывающих предприятий: разработка технологии и опыт её применения // Вода: химия и экология. 2011. № 12. С. 29–37.
4. Климова А. А., Язиков Е. Г. Минералого-геохимическая специфика буровых шламов нефтегазоконденсатных месторождений на примере объектов Иркутской области // Вестник Забайкальского государственного университета. 2020. Т. 26, № 2. С. 32–39.
5. Климова А. А., Язиков Е. Г., Шайхиев И. Р. Минералого-геохимическая специфика буровых шламов нефтяных месторождений на примере объектов Томской области // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2020. Т. 331, № 2. С. 102–114.
6. Краснопорова С. А. Минералого-геохимическая характеристика бурового шлама и его воздействие на окружающую среду // Управление техносферой. 2022. Т. 5, № 1. С. 22–32.
7. Олькова А. С. Биотестирование в научно-исследовательской и природоохранной практике России // Успехи современной биологии. 2014. Т. 134, № 6. С. 614–622.
8. Олькова А. С. Условия культивирования и многообразие тест-функций *Daphnia magna* Straus при биотестировании // Вода и экология. 2017. № 1. С. 63–82.
9. Олькова А. С., Фокина А. И. *Daphnia magna* Straus в биотестировании природных и техногенных сред // Успехи современной биологии. 2015. Т. 135, № 4. С. 380–389.
10. Опекунов А. Ю., Опекунова М. Г., Кукушкин С. Ю., Янсон С. Ю., Арестова И. Ю., Шейнерман Н. А., Спасский В. В., Папаян Э. Э., Елсукова Е. Ю. Минералого-геохимическая характеристика снежного покрова в районах горнорудного производства // Геохимия. 2021. Т. 66, № 7. С. 659–672.
11. Осташ О. С. Эколого-экономический потенциал технологий утилизации буровых шламов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 1.5.15. М.: РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина, 2021. 24 с.
12. Пайтаева К. Т. Экологическое воздействие и оценка эколого-экономического ущерба нефтегазовой отрасли // Научный вестник Московского государственного горного университета. 2013. № 11. С. 179–185.
13. Рыбина Г. Е. Токсичность буровых шламов разного состава нефтепромыслов Западной Сибири для пресноводных гидробионтов: автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.18. Борок, 2004. 20 с.
14. Сагинаев А. Т., Билалова Б. М. Влияние буровых шламов на окружающую среду и способы их утилизации // Молодой ученый. 2021. № 51. С. 4–8.
15. Скипин Л. Н., Галайков А. А., Захарова Е. В. Техногенное воздействие шламовых амбаров на окружающую среду полуострова Ямал // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2014. № 11. С. 146–150.
16. Тарасова С. С., Быцко А. А., Друзь Д. П. Характеристика бурового раствора на углеводородной основе и его влияние на свойства выбуренной породы // Энергосбережение и инновационные техноло-

гии в топливно-энергетическом комплексе: материалы национ. с междунар. участием науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, молодых учёных и специалистов. Тюмень, 2018. С. 326–329.

17. Тарасова С. С., Гаевая Е. В. Экологическое воздействие буровых шламов на углеводородной основе и способы их утилизации // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. 2019. № 3. С. 48–55.

18. Федоров А. А. Современные методы решения проблем экологической и промышленной безопасности по обращению с отходами бурения при строительстве нефтегазовых скважин // Современные стратегии и цифровые трансформации устойчивого развития общества, образования и науки: сб. ст. VIII Междунар. науч.-практ. конф. М.: АЛЕФ, 2023. С. 139–142.

19. Cardoso D. N., Soares A. M. V. M., Wrona F. J., Loureiro S. Assessing the acute and chronic toxicity of exposure to naturally occurring oil sands deposits to aquatic organisms using *Daphnia magna*. Текст: электронный // Science of the Total Environment. 2020. No. 729. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32380325> (дата обращения: 01.01.2024).

20. Munzinger A., Monicelli F. A. Comparison of the sensitivity of three *Daphnia magna* populations under chronic heavy metal stress. Текст: электронный // Ecotoxicol Environ Safety. 1991. No. 22. P. 24–31. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1914992> (дата обращения: 01.01.2024).

21. Ostakh O., Grechishcheva N., Kusheeva V., Uzyakova E. Ecotoxicological assessment of soil-like mixtures made of drill cuttings // Journal of Engineering, Design and Technology. 2021. Vol. 19, no. 6. P. 1433–1450.

References

1. Akatieva T. G. Analysis of vegetation cover in the conditions of the Far North of the Tyumen region. Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University, no. 2, pp. 62–66, 2023. (In Rus.)

2. Akatieva T. G., Zhigalev D. S. Assessment of the impact of oil and gas production on soil quality. Current trends in the development of agronomic science: materials of the international scientific and practical conference. Novosibirsk, 2023. P. 18–21. (In Rus.)

3. Baranov A. E., Kazantseva N. N., Erokhin M. A., Muravyev I. V., Belov A. E., Mavrov V. A., Kuznetsov S. V., Filatov N. N. Complex processing of the liquid phase of drilling slurries of oil and gas producing enterprises: technology development and experience of its application. Water: Chemistry and Ecology, no. 12, pp. 29–37, 2011. (In Rus.)

4. Klimova A. A., Yazikov E. G. Mineralogical and geochemical specificity of drilling slurries of oil and gas condensate fields on the example of objects of the Irkutsk region. Transbaikal State University Journal, vol. 26, no. 2, pp. 32–39, 2020. (In Rus.)

5. Klimova A. A., Yazikov E. G., Shaikhiev I. R. Mineralogical and geochemical specificity of drilling slurries of oil fields on the example of objects of the Tomsk region. Proceedings of Tomsk Polytechnic University. Georesource Engineering, vol. 331, no. 2, pp. 102–114, 2020. (In Rus.)

6. Krasnoperova S. A. Mineralogical and geochemical characteristics of drilling mud and its impact on the environment. Technosphere Management, vol. 5, no. 1, pp. 22–32, 2022. (In Rus.)

7. Olkova A. S. Biotesting in scientific research and environmental practice of Russia. Successes of Modern Biology, vol. 134, no. 6, pp. 614–622, 2014.

8. Olkova A. S. Cultivation conditions and the variety of test functions of *Daphnia magna* Straus during biotesting. Water and Ecology, no. 1, pp. 63–82, 2017. (In Rus.)

9. Olkova A. S., Fokina A. I. *Daphnia magna* Straus in biotesting natural and man-made environments. Successes of Modern Biology, vol. 135, no. 4, pp. 380–389, 2015. (In Rus.)

10. Opekunov A. Yu., Opekunova M. G., Kukushkin S. Yu., Yanson S. Yu., Arestova I. Yu., Sheinerman N. A., Spassky V. V., Papyan E. E., Elsukova E. Y. Mineralogical and Geochemical Characteristics of Snow Cover in Mining Areas. Geochemistry, vol. 66, no. 7, pp. 659–672, 2021. (In Rus.)

11. Ostakh O. S. Ecological and economic potential of drilling sludge utilization technologies: abstract. dis. ... Candidate of Technical Sciences: 1.5.15. Moscow: Gubkin Russian State University of Oil and Gas (NRU), 2021. 24 p. (In Rus.)

12. Paytayeva K. T. Ecological impact and assessment of ecological and economic damage to the oil and gas industry. Scientific Bulletin of the Moscow State Mining University, no. 11, pp. 179–185, 2013. (In Rus.)

13. Rybina G. E. Toxicity of drilling slurries of different composition of oil fields in Western Siberia for freshwater aquatic organisms: abstract. dis. Candidate of Biological Sciences: 03.00.18. Borok, 2004. 20 p. (In Rus.)

14. Saginaev A. T., Bilalova B. M. The impact of drilling sludge on the environment and methods of their disposal. Young Scientist, no. 51, pp. 4–8, 2021.

15. Skipin L. N., Galyamov A. A., Zakharova E. V. Technogenic impact of sludge barns on the environment of the Yamal Peninsula. Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University, no. 11, pp. 146–150, 2014. (In Rus.)

16. Tarasova S. S., Bytsko A. A., Druz D. P. Characteristics of hydrocarbon-based drilling mud and its effect on the properties of drilled rock. Energy saving and innovative technologies in the fuel and energy complex: materials of the nation. from the international. with the participation of scientific and practical conf. students, postgraduates, young scientists and specialists. Tyumen, 2018. P. 326–329. (In Rus.)

17. Tarasova S. S., Gaeva E. V. Environmental impact of hydrocarbon-based drilling sludge and methods of their disposal. Issues of Modern Science and Practice V. I. Vernadsky University, no. 3, pp. 48–55, 2019. (In Rus.)

18. Fedorov A. A. Modern methods of solving problems of environmental and industrial safety in the management of drilling waste during the construction of oil and gas wells. Modern strategies and digital transformations of sustainable development of society, education and science: collection of articles of VIII International Scientific and Practical Conference. Moscow: ALEF, 2023. P. 139–142. (In Rus.)

19. Cardoso D. N., Soares A. M. V. M., Wrona F. J., Loureiro S. Assessing the acute and chronic toxicity of exposure to naturally occurring oil sands deposits to aquatic organisms using *Daphnia magna*. Science of the Total Environment, no. 729, 2020. Web. 01.01.2024. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32380325>. (In Eng.)

20. Munzinger A., Monicelli F. A. Comparison of the sensitivity of three *Daphnia magna* populations under chronic heavy metal stress. Ecotoxicol Environ Safety, no. 22, pp. 24–31, 1991. Web. 01.01.2024. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1914992>. (In Eng.)

21. Ostakh O., Grechishcheva N., Kusheeva V., Uzyakova E. Ecotoxicological assessment of soil-like mixtures made of drill cuttings. Journal of Engineering, Design and Technology, vol. 19, no. 6, pp. 1433–1450, 2021. (In Eng.)

Информация об авторе

Акатьева Татьяна Григорьевна, канд. биол. наук, доцент кафедры экологии и рационального природопользования, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень, Россия; akatyevat@mail.ru. Область научных интересов: охрана окружающей среды, экологическая и водная экотоксикология, экология, экологическое нормирование.

Information about the author

Akatieva Tatyana G., candidate of biological sciences, associate professor, Ecology and Environmental Management department, Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia; akatyevat@mail.ru. Research interests: environmental protection, environmental and aquatic ecotoxicology, ecology, environmental regulation.

Для цитирования

Акатьева Т. Г. Изучение токсичности отходов бурения методом биотестирования // Вестник Забайкальского государственного университета. 2024. Т. 30, № 3. С. 8–15. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-8-15.

For citation

Akatieva T. G. Studying of the Toxicity of Drilling Waste Using Biotesting // Transbaikal State University Journal. 2024. Vol. 30, no. 3. P. 8–15. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-8-15.

Научная статья
 УДК 504.064, 528.88
 DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-16-26

Проведение мониторинга поверхностного покрова территории города Читы по материалам дистанционного зондирования

Максим Анатольевич Босов¹, Юлия Андреевна Кокорина²

^{1,2}Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

¹max_bosov@mail.ru, ²kokor1n4@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию
01.07.2024

Одобрена после
рецензирования 08.08.2024

Принята к публикации
12.08.2024

Ключевые слова:

мониторинг,
поверхностный покров,
город Чита, дистанционное
зондирование Земли,
мультиспектральные
снимки, растительность,
вегетационный индекс,
NDVI, Sentinel-2,
пространственно-
временной анализ

Природные территории, на которых располагаются населённые пункты, подвергаются постоянному антропогенному воздействию, что оказывает негативное влияние на экологическую обстановку. Соответственно, становится актуальным проведение мониторинга поверхностного покрова таких территорий с помощью данных дистанционного зондирования Земли. Объект исследования – территория городского округа «Город Чита». Цель исследования – проведение пространственно-временного анализа изменения значений вегетационного индекса NDVI по космическим снимкам за 2016–2023 гг. в целях выявления природных и искусственно созданных форм поверхностного покрова, описания их количественного и качественного состава в границах городского округа, установления характера динамики изменения полученных значений. Задачи исследования: подготовка и сбор материалов дистанционного зондирования Земли; описание территории и структурных форм поверхностного покрова г. Читы на основе индекса NDVI. Методологию и методы исследования составили методы визуального и автоматизированного дешифрирования мультиспектральных снимков, геоинформационные методы анализа растровых и векторных данных. В процессе исследования использовали архивные мультиспектральные снимки Sentinel-2 за указанный период. Выполнена классификация поверхностных форм покрова изучаемой территории, произведена оценка изменения их площадей за 8-летний период по таким административным районам г. Читы, как Центральный, Ингодинский, Черновский и Железнодорожный. Мониторинг поверхностного покрова урбанизированных территорий с помощью вегетационных индексов, полученных по данным дистанционного зондирования (например, Sentinel-2), позволяет найти актуальные сведения о количественном и качественном состоянии растительности, что, в свою очередь, способствует принятию аргументированных решений в области территориального планирования, градостроительства, в том числе планирования особо охраняемых природных территорий, парков отдыха, скверов в г. Чите.

Original article

Monitoring of the Surface Cover of the Chita Territory Based on Remote Sensing Materials

Maxim A. Bosov¹, Yulia A. Kokorina²

^{1,2}Transbaikal State University, Chita, Russia

¹max_bosov@mail.ru, ²kokor1n4@mail.ru

Information about the article

Received 1 July 2024

Approved after review
8 August 2024

Accepted for publication
12 August 2024

Natural areas where settlements are located are a subject to constant anthropogenic impact, which has a negative impact on the environmental situation. In this regard, it becomes relevant to monitor the surface cover of such territories, using remote sensing data. The object of the study is the territory of the urban district "City of Chita". The purpose is to conduct a spatiotemporal analysis of changes in the values of the NDVI vegetation index from satellite images from 2016 to 2023, to identify natural and artificially created forms of surface cover, describe their quantitative and qualitative composition within the boundaries of the urban district, as well as establish the nature of the dynamics of changes in the obtained values. The research objectives are as follows: preparation and collection of materials for remote sensing of the Earth; description of the territory and structural forms of the surface cover of Chita based on the NDVI index. The following research methodology and me-

Keywords:

monitoring, surface cover, Chita city, remote sensing of the Earth, multispectral images, vegetation, vegetation index, NDVI, Sentinel-2, spatiotemporal analysis

thods are used: methods of visual and automated decryption of multispectral images; geoinformation methods for analyzing raster and vector data. Archival multispectral Sentinel-2 images for the specified period have been used in the research process. A classification of surface cover forms of the studied territory has been carried out, and an assessment of changes in their areas over an 8-year period has been made for the administrative districts of the city (Tsentralny, Ingodinsky, Chernovsky and Zheleznodorozhny). Monitoring the surface cover of urbanized areas, using vegetation indices obtained from remote sensing data (e. g. Sentinel-2) allows to obtain up-to-date information on the quantitative and qualitative state of vegetation. The above mentioned has helped to make reasoned decisions in the field of territorial planning and urban development, including planning of protected areas, recreation parks, and public gardens in Chita.

Введение. Территории населённых пунктов подвергаются активному антропогенному воздействию. Хозяйственная деятельность человека негативно сказывается на природных компонентах и экологической обстановке городских агломераций. Соответственно, появляется необходимость в проведении мониторинга поверхностного покрова городской застройки для недопущения возникновения кризисных, с точки зрения экологии, ситуаций.

Объект исследования – городской округ «Город Чита». Площадь города – 534 км², в состав которого входят 4 административных района: Центральный, Ингодинский, Черновский и Железнодорожный¹. В границах г. Читы на 1 января 2023 г. проживали 333 679 чел.² Территория города представляет собой совокупность сохранившихся природных ландшафтов и активно развивающихся, изменяющихся антропогенных ландшафтов. Первая группа включает естественно сформировавшиеся площади, такие как приречные луга, лесостепные участки, лесной массив высокоствольных деревьев, вторая группа – урбанизированные кварталы и сельскохозяйственные участки, городскую многоэтажную и дачную частную застройку, районы, занятые промышленными предприятиями и техногенными комплексами сооружений, объектами энергетики и транспортной инфраструктуры.

Предмет исследования – значения нормализованного относительного индекса

¹ Об утверждении Генерального плана городского округа «Город Чита»: решение Думы городского округа «Город Чита»: [от 22 декабря 2011 г. № 282]. – Текст: электронный // Официальный сайт правовой информации городского округа «Город Чита». – URL: <https://admin.msuchita.ru/генеральный-план-городского-округа-1> (дата обращения: 07.04.2024).

² Численность постоянного населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2023 г. (с учётом итогов Всероссийской переписи населения 2020 г.). – Текст: электронный // Федеральная служба государственной статистики: [офис. сайт]. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Bul_MO_2023.xlsx (дата обращения: 05.05.2024).

NDVI, который является дистанционным индикатором наличия и уровня развития зелёной фитомассы.

Цель исследования – проведение пространственно-временного анализа изменения значений вегетационного индекса NDVI по космическим снимкам за 2016–2023 гг. в целях выявления природных и искусственно созданных форм поверхностного покрова, описания их количественного и качественного состава в границах городского округа, а также установления характера динамики изменения полученных значений.

Проведение анализа даёт возможность выявить природные и искусственно созданные формы поверхностного покрова, описать их количественный и качественный состав в границах городского округа, а также установить характер динамики изменения полученных значений.

Задачи исследования: подготовка и сбор материалов дистанционного зондирования Земли; описание территории и структурных форм поверхностного покрова г. Читы на основе индекса NDVI.

Методология и методы исследования. В работе использованы методы визуального и автоматизированного дешифрирования мультиспектральных снимков, геоинформационные методы анализа растровых и векторных данных.

Исходными материалами стали растровые снимки космического спутника Sentinel-2, довольно хорошо зарекомендовавшего себя при проведении мониторинга поверхностного покрова [11; 15; 16]. Данный спутник выбран по ряду преимуществ, таких как высокое пространственное разрешение растровых продуктов, открытый доступ к ним и периодичность съёмки не реже 7 дней³.

³ Sentinel-2 User Handbook. ESA Standard Document. 2015. – URL: https://sentinel.esa.int/documents/247904/685211/Sentinel-2_User_Handbook (дата обращения: 29.05.2024). – Текст: электронный.

В качестве индикатора поверхностного покрова в приведённой работе использован один из самых распространённых вегетационных индексов – NDVI (Normalized Difference Vegetation Index – нормализованный разностный индекс растительности).

Разработанность темы исследования. В соответствии с методикой определения качества городской среды¹, урбанизированные территории оцениваются по матрице из 36 индикаторов, сформированной на основе оценки 6 типов городских пространств (в том числе и «озеленённые пространства»), каждому из которых присваиваются баллы по 6 критериям (рис. 1).

В группе из 62 крупных городов (250 тыс. чел. – 1 млн чел.) с «условно комфортными условиями климата» в 2023 г. г. Чита занимает 55-е место с результатом 198 баллов (из возможных 360). Города с сумой баллов более 180 (более 50 % максимального значения) признаются «городами с благоприятной городской средой».

Предложенная методика даёт общее представление о территориальном устройстве и поверхностном покрове городской агломерации, без возможности оценки отдельных административных районов, а динамичный рост «зелёного индекса» может отображать количество проводимых мероприятий по озеленению, но не является до-

казательством улучшения экологической ситуации, качественного и количественного прироста зелёной фитомассы.

Использование материалов дистанционного зондирования Земли позволяет более достоверно анализировать результаты экологического мониторинга, а также оптимизировать его осуществление. Эмпирически рассчитанные вегетационные индексы дают более точную информацию о зелёной инфраструктуре города, в том числе о её состоянии. Так, мониторинг поверхностного покрова различных по площади городов и численности населения (от малых до городов-миллионеров) как в нашей стране, так и за рубежом с использованием данных дистанционного зондирования отражён в работах [2; 3; 6–10; 14] и др.

При территориальном планировании особое внимание уделяется городскому комфорту, эстетичности, микроклимату, рекреационным зонам, функциональный максимум которых может быть обеспечен за счёт формирования устойчивого водно-зелёного каркаса (рис. 2).

Как отмечено в работе [5], реализация водно-зелёного каркаса позволяет повысить качество городской среды в целом, а также создаёт благоприятный экономический эффект, увеличивая инвестиционную привлекательность города.

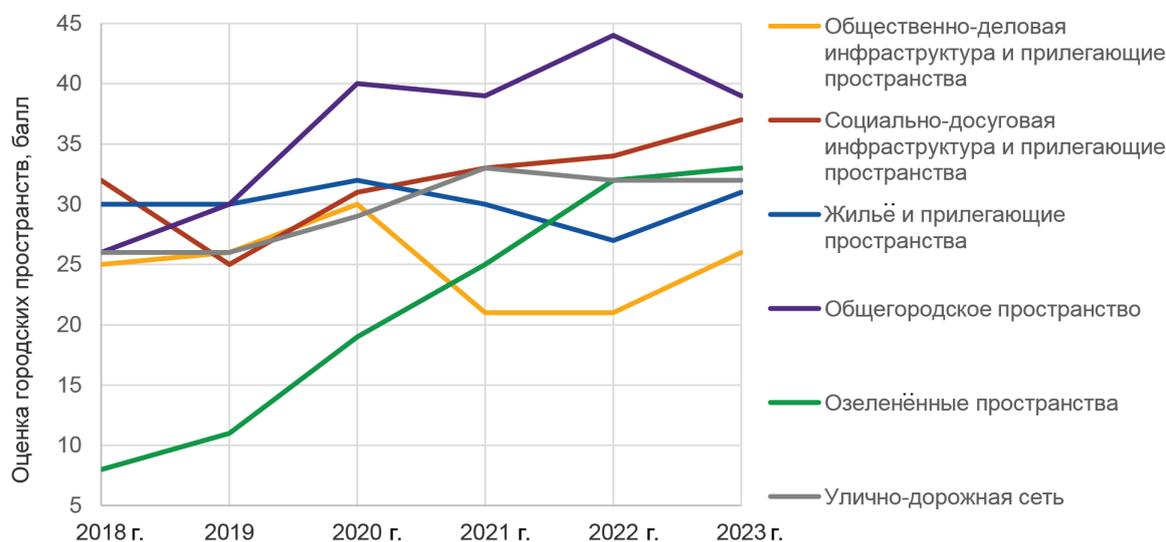


Рис. 1. Количество баллов по 6 типам городских пространств г. Читы / **Fig. 1.** The number of points for 6 types of urban spaces of the city of Chita¹

¹ Индекс качества городской среды в разрезе городов и субъектов Российской Федерации за 2023 г. – Текст: электронный // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации: [официальный сайт]. – URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/364202> (дата обращения: 18.05.2024).

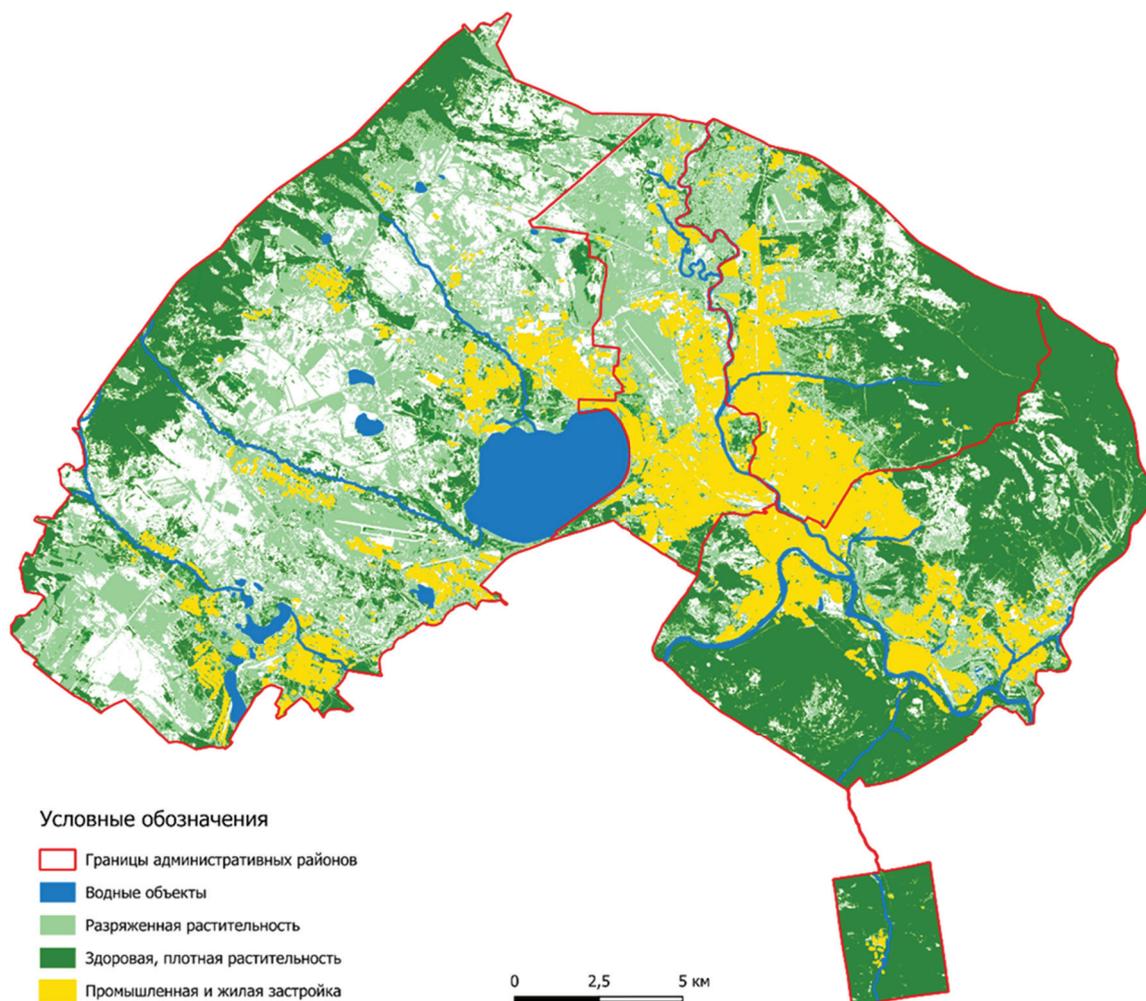


Рис. 2. Водно-зелёный каркас г. Читы / **Fig. 2.** The water-green frame of Chita

Результаты исследования. Мониторинг поверхностного покрова г. Читы выполняли в геоинформационной системе QGIS версии 3.34.3 по архивным снимкам Sentinel-2, которые выгружены при помощи функционально-

го плагина Semi-Automatic Classification Plugin [12]. Одним из главных критериев отбора снимков являлся низкий процент наличия облачности на мультиспектральных изображениях (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

Используемые мультиспектральные изображения Sentinel-2 /
The used multispectral images Sentinel-2

Идентификатор снимков / ID of the snapshots	Дата и время съёмки / Date and time of shooting	Облачность, % / Cloudcover, %
L1C_T49UFT_A006164_20160827T033312	2016-08-2703:33:12	0
L1C_T49UFT_A011455_20170901T032536	2017-09-0103:25:36	4,33
L1C_T49UFT_A007623_20180822T032529	2018-08-2203:25:29	6,62
L2A_T49UFT_A012771_20190817T032542	2019-08-1703:25:42	4,62
L2A_T49UFT_A017633_20200722T032538	2020-07-2203:25:38	5,65
L2A_T49UFT_A023396_20210829T034147	2021-08-2903:41:47	0,01
L1C_T49UFT_A028401_20220814T034117	2022-08-1403:41:17	4,25
L1C_T49UFT_A042772_20230831T032653	2023-08-3103:26:53	1,41

Расчёт значений индекса NDVI проводили с помощью встроенного инструмента «Калькулятор растров» путём известной математической комбинации красного и ближнего инфракрасного каналов [17].

Значения индекса NDVI принадлежат диапазону от -1 до 1, где значения ниже 0 указывают на искусственно созданные формы покрова (бетон, асфальт, дорожные покрытия и иные), а также на водные зеркала открытых водных объектов. Значения выше 0 соответствуют естественным формам покрова [7; 13; 16]:

- 1) 0–0,2 – открытая почва;
- 2) 0,2–0,3 – слаборазвитый, скудный, угнетённый растительный покров (травянистая и кустарниковая растительность);
- 3) 0,3–0,6 – средний уровень развития и плотности фитомассы (редкие отдельно произрастающие низкорослые деревья и кустарники);
- 4) 0,6–1 – плотная, здоровая фитомасса (плотные массивы высокоствольных деревьев).

По полученным вегетационным изображениям предоставляется возможность выделения на рассматриваемой территории различных форм поверхностного покрова и осуществления измерений соответствующих площадей. В качестве примера рассчитаны и визуализированы дифференцированные вегетационные данные по территории Железнодорожного административного района г. Читы (рис. 3, табл. 2).

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что в 2023 г. площадь территории, покрытой растительностью, характеризующейся отличным состоянием, составляет 10,49 км², т. е. 19,74 % всей общей площади Железнодорожного района.

Аналогичным образом определены значения вегетационного индекса по территории всего г. Читы, на основании чего для каждого административного района построен график изменения доли площади для каждой формы поверхностного покрова по годам в зависимости от значений индекса NDVI (рис. 4).

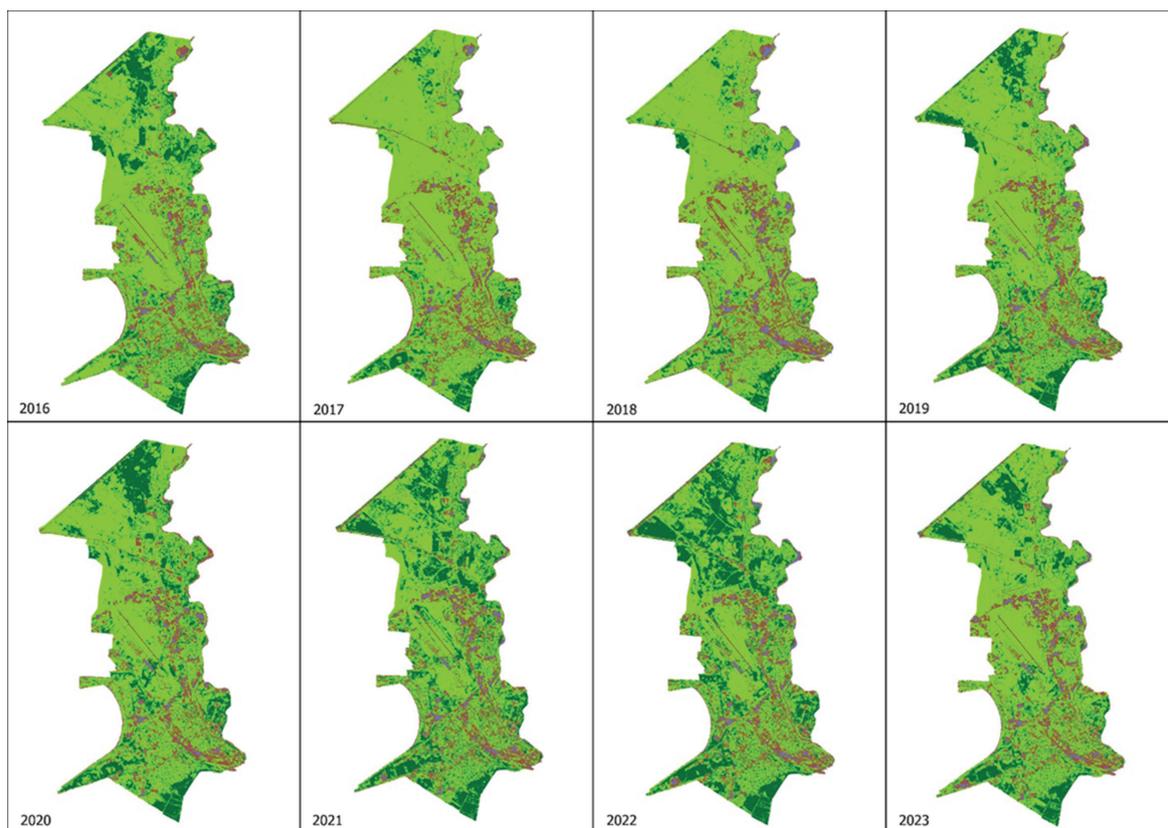


Рис. 3. Графическое представление индексных значений NDVI на примере Железнодорожного района г. Читы за 2016–2023 гг. / **Fig. 3.** Graphical representation of NDVI index values using the example of the Zheleznodorozhny district of Chita in 2016–2023.

Таблица 2 / Table 2

Изменение площадей поверхностного покрова / Changes in areas of surface cover

Значения NDVI / NDVI values		Состояние по NDVI / Status by NDVI	Площадь, км ² / Area, km ²							Цвет / Colour	
			2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.		2023 г.
>0,6	км ² / km ²	отличное / excellent	11,18	5,55	5,02	10,52	13,26	15,73	17,98	10,49	
	%		21,05	10,45	9,46	19,81	24,97	29,61	33,84	19,74	
0,6–0,3	км ² / km ²	хорошее / good	32,27	36,16	34,73	33,03	30,12	27,04	24,69	31,48	
	%		60,74	68,06	65,36	62,18	56,70	50,90	46,47	59,26	
0,3–0,2	км ² / km ²	удовлетворительное / satisfactory	4,38	5,36	5,75	4,45	4,69	4,08	4,22	4,73	
	%		8,24	10,08	10,82	8,38	8,82	7,67	7,94	8,91	
<0,2	км ² / km ²	без растительности / without vegetation	5,30	6,06	7,63	5,12	5,06	6,28	6,24	6,43	
	%		9,98	11,41	14,36	9,64	9,52	11,82	11,75	12,09	

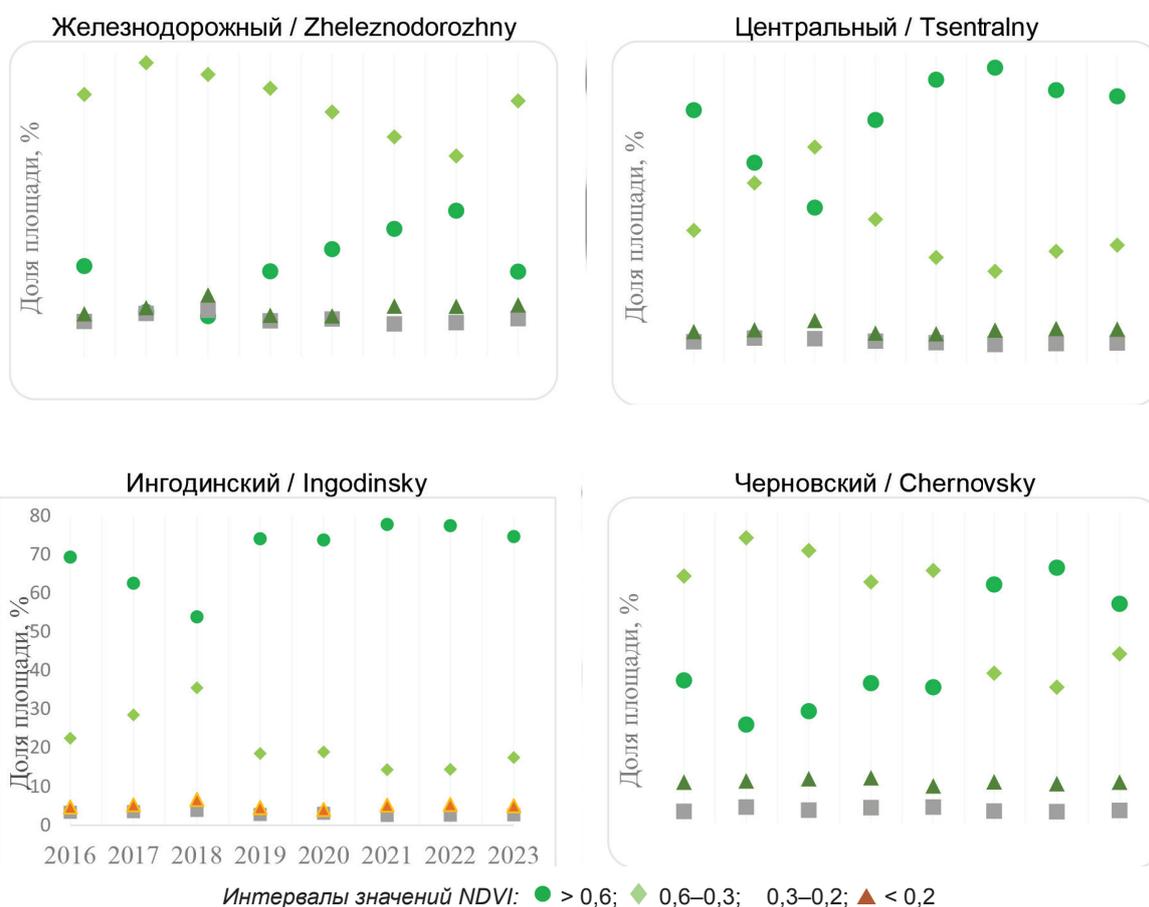


Рис. 4. Доля площади поверхностного покрова с растительностью в отличном, хорошем, удовлетворительном состоянии и без растительности по районам г. Читы в 2016–2023 гг. /

Fig. 4. The share of the surface cover area with vegetation in excellent, good, satisfactory condition and without vegetation by districts of the city of Chita in 2016–2023.

Анализируя графики, можно сделать выводы о количестве площадей поверхностного покрова, выраженных в процентном показателе, для любого административного района. Например, в Ингодинском районе наблюдается преобладание поверхностного покрова с растительностью в отличном состоянии (NDVI более 0,6) на протяжении всего рассматриваемого временного периода, однако в 2018 г. отмечалось уменьшение доли такого покрова почти на 10 % в сравнении с предшествующим годом, тогда как в 2019 г. наблюдалось увеличение на 20 %. Доля территории, покрытой растительным покровом в хоро-

шем состоянии (NDVI в интервале 0,3–0,6), практически симметрична доле территории с растительностью в отличном состоянии. В 2018 г. наблюдается максимальное значение доли площади, которое зафиксировано, судя по всему, по причине «перехода» одного состояния растительности в другое.

Суммарные значения площадей каждой формы поверхностного покрова (выделенных по категориям значений NDVI) для всех административных районов г. Читы указаны в табл. 3. Дополнительно показаны тренды изменения показателя NDVI для каждого года относительно предыдущего.

Таблица 3 / Table 3

Площадь идентифицируемой растительности / The area of the identified vegetation

Район / District	Площадь, км ² / Area, km ²							
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
<i>NDVI менее 0,2 (без растительности) / NDVI less than 0,2 (without vegetation)</i>								
Центральный / Tsentralny	6,09	6,45↑	8,20↑	5,77↓	5,68↓	6,38↑	6,69↑	6,56↓
Ингодинский / Ingodinsky	6,35	7,09↑	8,92↑	6,09↓	5,43↓	6,95↑	7,18↑	6,77↓
Черновский / Chernovsky	24,50	25,23↑	26,60↑	27,15↑	22,30↓	24,81↑	23,66↓	24,56↑
Железнодорожный / Zheleznodorozhny	5,30	6,06↑	7,63↑	5,12↓	5,06↓	6,28↑	6,24↓	6,43↑
<i>NDVI в интервале 0,2–0,3 (удовлетворительное состояние) / NDVI in the range of 0,2–0,3 (satisfactory condition)</i>								
Центральный / Tsentralny	4,17	4,87↑	4,74↓	4,29↓	4,00↓	3,63↓	3,80↑	3,93↑
Ингодинский / Ingodinsky	4,47	4,67↑	5,07↑	3,68↓	4,20↑	3,43↓	3,49↑	3,65↑
Черновский / Chernovsky	7,00	9,66↑	7,90↓	9,35↑	9,74↑	7,21↓	6,82↓	7,64↑
Железнодорожный / Zheleznodorozhny	4,38	5,36↑	5,75↑	4,45↓	4,69↑	4,08↓	4,22↑	4,73↑
<i>NDVI в интервале 0,3–0,6 (хорошее состояние) / NDVI in the range of 0,3–0,6 (good condition)</i>								
Центральный / Tsentralny	25,26	34,20↑	41,06↑	27,33↓	20,11↓	17,52↓	21,29↑	22,44↑
Ингодинский / Ingodinsky	29,96	38,08↑	47,39↑	24,72↓	25,30↑	19,14↓	19,32↑	23,29↑
Черновский / Chernovsky	147,78	170,81↑	163,12↓	144,30↓	151,26↑	89,80↓	81,34↓	101,20↑
Железнодорожный / Zheleznodorozhny	32,27	36,16↑	34,73↓	33,03↓	30,12↓	27,04↓	24,69↓	31,48↑
<i>NDVI более 0,6 (отличное состояние) / NDVI over 0,6 (excellent condition)</i>								
Центральный / Tsentralny	48,06	38,06↓	29,59↓	46,19↑	53,80↑	56,06↑	51,80↓	50,65↓
Ингодинский / Ingodinsky	92,44	83,38↓	71,84↓	98,73↑	98,28↓	103,70↑	103,22↓	99,50↓
Черновский / Chernovsky	85,39	58,97↓	67,05↑	83,87↑	81,37↓	142,85↑	152,84↑	131,26↓
Железнодорожный / Zheleznodorozhny	11,18	5,55↓	5,02↓	10,52↑	13,26↑	15,73↑	17,98↑	10,49↓

Осуществление пространственно-временного анализа поверхностного покрова территории г. Читы за 2016–2023 гг. позволило получить актуальные сведения о качественном и количественном изменении отдельно взятых природных компонентов, оценить использование территориальных ресурсов, а также охарактеризовать экологическое состояние города в целом.

Обсуждение. Анализируя вегетационные значения, сведенные в табл. 3, можно сделать следующие выводы:

1) за рассматриваемый период в каждом административном районе наблюдается увеличение площади с поверхностным покровом без растительности (значения NDVI до 0,2). Доля такого покрова не превышает 10 % общей площади каждого района;

2) доля поверхностного покрова с растительностью в удовлетворительном состоянии (NDVI в интервале 0,2–0,3) является минимальной для каждого района. При этом в Центральном и Ингодинском районах отмечается сокращение такого покрова, тогда как в Черновском и Железнодорожном – увеличение;

3) в каждом административном районе наблюдается сокращение площади поверхностного покрова с растительностью в хорошем состоянии (значения NDVI в интервале 0,3–0,6). В Черновском и Железнодорожном районах площадь такого покрова превосходит иные формы покрова и составляет 55,84 и 60,74 % всей площади соответственно;

4) тенденция к повышению площади растительности в отличном состоянии (значения NDVI более 0,6) наблюдается во всех районах, за исключением Железнодорожного. Наиболее значительное увеличение площади произошло в границах Черновского района: прирост на 2023 г. составил 45,87 км². В долевым выражении этот покров преобладает над другими формами покрова в Центральном и Ингодинском районах.

В результате проведения мониторинга поверхностного покрова административных районов городского округа «Город Чита» по космическим снимкам Sentinel-2 и значениям вегетационного индекса NDVI установлено, что Ингодинский район является самым «экологически» здоровым и устойчивым по причине наибольшего озеленения и положительной динамики развития зелёной фитомассы за исследуемый период времени, что связано с малой долей застроенной территории райо-

на, составляющей около 20 % всей площади Ингодинского района [1].

Железнодорожный район является самым густонаселённым, урбанизированным, где площадь территории с растительностью в хорошем состоянии в 3 раза больше площади, покрытой растительностью в отличном состоянии.

Заключение. В проведённом исследовании рассмотрена возможность применения индекса NDVI для осуществления пространственного мониторинга застроенных территорий, что позволит локально и масштабно исследовать происходящие в природе процессы, например такие как ухудшение состояния растительности, которое нельзя констатировать на обычных фотоснимках и непосильно оценить при проведении полевых работ.

Административные районы, входящие в состав городского округа, имеют неоднородный поверхностный покров в связи с разрозненным расселением людей и неравномерным вовлечением земель в оборот, что обусловлено сложной формой рельефа, гидрографическими особенностями местности, пестротой почвенного покрова и т. д.

В результате проведенного мониторинга поверхностного покрова г. Читы с использованием материалов дистанционного зондирования Земли можно сделать вывод о том, что территория городского округа «Город Чита» состоит из совокупности площадей естественного, природного покрова и площадей видоизменённого от антропогенного воздействия покрова. Экологически устойчивым районом, самым озелённым, со стабильными показателями числовых значений индекса NDVI всех форм покрова, следует считать Ингодинский. Наиболее пристальному вниманию для недопущения экологических проблем и, как следствие, ухудшения качества жизни, комфорта и здоровья граждан требует Железнодорожный район.

В дальнейшей работе для получения сведений о наибольшей достоверности предполагаются комплексное применение различных вегетационных индексов и детализация интересующих объектов, поверхностей с помощью беспилотных летательных аппаратов [4], наземных методов, в том числе с использованием камер с узкополосными фильтрами для более точного разделения красного и ближнего инфракрасного каналов [18].

Список литературы

1. Босов М. А., Кокорина Ю. А. Использование методов дистанционного зондирования при оценке экологической безопасности на примере Ингодинского района г. Читы // Безопасность-2023: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Чита: ЗабГУ, 2023. С. 48–53.
2. Капитонова Т. А., Крупнова Т. Г., Тихонова С. А., Стручкова Г. П., Ракова О. В. Оценка обеспеченности зелёными насаждениями городской промышленной зоны Челябинска с использованием изображений Landsat // Вестник Воронежского государственного университета. Серия «География. Геоэкология». 2023. № 1. С. 93–102.
3. Каширина Е. В., Новиков А. А., Голубева Е. И., Новикова А. М. Оценка уровня озеленения г. Севастополя по данным дистанционного зондирования Земли // Системы контроля окружающей среды. 2020. № 2. С. 108–116.
4. Кокорина Ю. А. Оценка значений индекса NDVI на территории города Читы по данным Sentinel-2 // Молодёжная научная весна: материалы Л Науч.-практ. конф. молодых исследователей ЗабГУ. Чита: ЗабГУ, 2023. С. 172–174.
5. Липина С. А., Старцева О. П. Новые возможности финансирования проектов устойчивого развития городов России // Вопросы инновационной экономики. 2021. Т. 11, № 4. С. 1755–1772.
6. Рунова Е. М., Степанова О. А. Анализ динамики вегетационного индекса зелёных насаждений городов Иркутской области в период вегетационной активности. Текст: электронный // Journal of Agriculture and Environment. 2024. № 1. URL: <https://jae.cifra.science/archive/1-41-2024-january/10.23649/JAE.2024.41.11> (дата обращения: 20.06.2024).
7. Скачкова М. Е., Гурьева О. С. Мониторинг состояния зелёных насаждений Санкт-Петербурга по материалам дистанционного зондирования // Экология и промышленность России. 2023. Т. 27, № 5. С. 51–57.
8. Фетисов Д. М., Жучков Д. В., Горюхин М. В. Оценка уровня озеленения города Биробиджана с применением мультиспектральных данных // Биосфера. 2021. Т. 13, № 4. С. 170–179.
9. Хужахметова А. Ш., Воронина В. П., Лазарев С. Е. Оценка пространственной структуры древесно-кустарниковых насаждений города Волгограда по данным мультиспектральных космических снимков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 3. С. 218–232.
10. Шабайкина В. А., Ларина А. В., Саулин В. А. Оценка состояния системы озеленения г. Рузаевка с использованием многозональных космических снимков // Вектор ГеоНаук. 2020. Т. 3, № 3. С. 96–105.
11. Boori M. S., Choudhary K., Kupriyanov A. V. Crop growth monitoring through Sentinel and Landsat data based NDVI time-series // Computer Optics. 2020. Vol. 44, no. 3. P. 409–419.
12. Congedo L. Semi-Automatic Classification Plugin Documentation // Journal of Open Source Software. 2024. No. 8.1.3.1. P. 188–194.
13. Huang Sh., Tang L., Hupy J. P., Wang Y., Shao G. A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing // Journal of Forestry Research. 2020. No. 32.
14. Martin G. K., O'Dell K., Kinney P., Pescador-Jimenez M., Rojas-Rueda D., Canales R. A., Anenberg S. Tracking progress toward urban nature targets using landcover and vegetation indices: A global study for the 96 c40 cities // GeoHealth. 2024.
15. Misra G., Cawkwell F., Wingler A. Status of Phenological Research Using Sentinel-2 Data: A Review // Remote Sensing. 2020. No. 12.
16. Moreno R., Ojeda N., Azocar J., Venegas C., Inostroza L. Application of NDVI for identify potentiality of the urban forest for the design of a green corridors system in intermediary cities of Latin America: case study, Temuco, Chile // Urban Forestry & Urban Greening. 2020. Vol. 55.
17. Nowak B. Creating NDVI maps from Sentinel 2 multispectral aerial images // ResearchGate. 2020.
18. Zhao Q., Qu Y. The Retrieval of Ground NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) Data Consistent with Remote-Sensing Observations // Remote Sensing. 2024. No. 16.

References

1. Bosov M. A., Kokorina Yu. A. The use of remote sensing methods in assessing environmental safety on the example of the Ingodinsky district of Chita. Safety-2023: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Chita: ZabGU, 2023. P. 48–53. (In Rus.)
2. Kapitonova T. A., Krupnova T. G., Tikhonova S. A., Struchkova G. P., Rakova O. V. Assessment of the provision of green spaces in the urban industrial zone of Chelyabinsk using Landsat images. Bulletin of the Voronezh State University. The series "Geography. Geoecology", no. 1, pp. 93–102, 2023. (In Rus.)
3. Kashirina E. V., Novikov A. A., Golubeva E. I., Novikova A. M. Assessment of the greening level of Sevastopol according to remote sensing data. Environmental Control Systems, no. 2, pp. 108–116, 2020. (In Rus.)

4. Kokorina Yu. A. Assessment of the NDVI index values on the territory of the city of Chita according to Sentinel-2. Youth scientific spring: materials of the L Scientific and Practical Conference of young researchers of ZabGU. Chita: ZabGU, 2023. P. 172–174. (In Rus.)
5. Lipina S. A., Startseva O. P. New financing opportunities for sustainable urban development projects in Russia. *Issues of Innovative Economics*, vol. 11, no. 4, pp. 1755–1772, 2021. (In Rus.)
6. Runova E. M., Stepanova O. A. Analysis of the dynamics of the vegetation index of green spaces in cities of the Irkutsk region during the period of vegetation activity. *Journal of Agriculture and Environment*, no. 1, 2024. Web. 20.06.2024. <https://jae.cifra.science/archive/1-41-2024-january/10.23649/JAE.2024.41.11>. (In Rus.)
7. Skachkova M. E., Guryeva O. S. Monitoring of the state of green spaces in St. Petersburg based on remote sensing materials. *Ecology and Industry of Russia*, vol. 27, no. 5, pp. 51–57, 2023. (In Rus.)
8. Fetisov D. M., Zhuchkov D. V., Goryukhin M. V. Assessment of the greening level of the city of Birobidzhan using multispectral data. *Biosphere*, vol. 13, no. 4, pp. 170–179, 2021. (In Rus.)
9. Khuzhakhmetova A. Sh., Voronina V. P., Lazarev S. E. Assessment of the spatial structure of tree and shrub plantations of the city of Volgograd according to multispectral satellite images. *Izvestiya Nizhnevolszhskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education*, no. 3, pp. 218–232, 2022. (In Rus.)
10. Shabaikina V. A., Larina A. V., Saulin V. A. Assessment of the state of the landscaping system in Ruzaevka using multi-zone satellite images. *Vector Geosciences*, vol. 3, no. 3, pp. 96–105, 2020. (In Rus.)
11. Boori M. S., Choudhary K., Kupriyanov A. V. Crop growth monitoring through Sentinel and Landsat data based NDVI time-series. *Computer Optics*, vol. 44, no. 3, pp. 409–419, 2020. (In Eng.)
12. Congedo L. Semi-Automatic Classification Plugin Documentation. *Journal of Open Source Software*, no. 8.1.3.1, pp. 188–194, 2024. (In Eng.)
13. Huang Sh., Tang L., Hupy J. P., Wang Y., Shao G. A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *Journal of Forestry Research*, no. 32, 2020. (In Eng.)
14. Martin G. K., O'Dell K., Kinney P., Pescador-Jimenez M., Rojas-Rueda D., Canales R. A., Anenberg S. Tracking progress toward urban nature targets using landcover and vegetation indices: A global study for the 96 c40 cities. *GeoHealth*, 2024. (In Eng.)
15. Misra G., Cawkwell F., Wingler A. Status of Phenological Research Using Sentinel-2 Data: A Review. *Remote Sensing*, no. 12, 2020. (In Eng.)
16. Moreno R., Ojeda N., Azocar J., Venegas C., Inostroza L. Application of NDVI for identify potentiality of the urban forest for the design of a green corridors system in intermediary cities of Latin America: case study, Temuco, Chile. *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 55, 2020. (In Eng.)
17. Nowak B. Creating NDVI maps from Sentinel 2 multispectral aerial images. *ResearchGate*, 2020. (In Eng.)
18. Zhao Q., Qu Y. The Retrieval of Ground NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) Data Consistent with Remote-Sensing Observations. *Remote Sensing*, no. 16, 2024. (In Eng.)

Информация об авторах

Босов Максим Анатольевич, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой инженерной экологии, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; max_bosov@mail.ru. Область научных интересов: экоурбанистика, дистанционное зондирование Земли, гидротехника.

Кокорина Юлия Андреевна, магистр, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; kokor1n4@mail.ru. Область научных интересов: экоурбанистика, дистанционное зондирование Земли.

Information about the authors

Bosov Maxim A., candidate of technical sciences, associate professor, head of Department of Environmental Engineering, Transbaikal State University, Chita, Russia; max_bosov@mail.ru. Research interests: eco-urbanism, remote sensing of the Earth, hydraulic engineering.

Kokorina Yulia A., master's degree student, Transbaikal State University, Chita, Russia; kokor1n4@mail.ru. Research interests: eco-urbanism, remote sensing of the Earth.

Вклад авторов в статью

Босов М. А. – разработка идеи исследования, анализ разработанности темы, анализ полученных результатов, формулировка выводов, подбор библиографии, написание текста.

Кокорина Ю. А. – сбор и формирование архива данных дистанционного зондирования Земли, вычисление вегетационного индекса NDVI, пространственно-временной анализ поверхностного покрова территории г. Чита за 2016–2023 гг., подбор библиографии, написание текста.

Authors' contribution to the article

Bosov M. A. – development of the research idea, analysis of the topic's development, analysis of the results, formulation of conclusions, selection of bibliography, writing of the text.

Kokorina Yu. A. – collection and formation of the archive of Earth remote sensing data, calculation of the vegetation index NDVI, spatio-temporal analysis of the surface cover of the territory of the city of Chita for the period from 2016 to 2023, selection of bibliography, writing of the text.

Для цитирования

Босов М. А., Кокорина Ю. А. Проведение мониторинга поверхностного покрова территории города Читы по материалам дистанционного зондирования // Вестник Забайкальского государственного университета. 2024. Т. 30, № 3. С. 16–26. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-16-26.

For citation

Bosov M. A., Kokorina Yu. A. Monitoring of the Surface Cover of the Chita Territory Based on Remote Sensing Materials // Transbaikalian State University Journal. 2024. Vol. 30, no. 3. P. 16–26. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-16-26.

Научная статья
УДК 502/ 504; 528.88
DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-27-37

Геоэкологическое картирование селитебных территорий Забайкальского края с использованием свёрточной нейронной сети

Денис Владимирович Кочев

Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия
denis.ko4ev@yandex.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию
28.06.2024

Одобрена после
рецензирования 19.07.2024

Принята к публикации
06.08.2024

Ключевые слова:

паводкоопасные территории, наводнения, дешифрирование, дистанционное зондирование Земли, нейронные сети, машинное обучение, программа для электронной вычислительной машины, Python, ущерб, картирование

Наводнения представляют серьёзную угрозу для экономики и населения, однако их опасность зачастую недооценивается. В результате этого потенциально опасные участки хозяйственных территорий подвергаются интенсивной застройке, что приводит к ущербу при их затоплении. Использование современных методов дистанционного зондирования Земли в сочетании с алгоритмами глубокого обучения позволяет значительно повысить эффективность и точность картирования данных территорий, а также предоставляет возможность эффективно ими управлять, оптимизируя процессы планирования и развития территорий, снижая ущерб при затоплении. Объект исследования – паводкоопасные территории населённых пунктов Забайкальского края. Цель исследования – усовершенствование геоэкологического картирования хозяйственного использования селитебных территорий Забайкальского края, подверженных наводнениям, в межпаводковый период. Задачи исследования: обработка снимков; визуализация объектов, принадлежащих к разным классам хозяйственного использования; анализ и оценка изменений в пределах опасных территорий; проверка результатов, полученных с использованием свёрточной нейронной сети; разработка программного продукта, позволяющего информировать заинтересованных лиц о наличии опасных территорий. В работе использованы методы исследований в области дистанционного зондирования Земли и обработки картографической информации. Получены данные дистанционного зондирования высокого разрешения, свободно распространяемые сервисами Google Earth, и данные с беспилотных летательных аппаратов. Данные представлены в растровом формате и имеют координатную привязку. Обработку данных осуществляли с помощью свёрточной нейронной сети U-Net. Выполнены обработка снимков с использованием нейросети и визуализация объектов, принадлежащих к разным классам хозяйственного использования территорий. Произведены ретроспективный анализ и оценка изменений застройки в опасных территориях. Данные показывают активное индивидуальное строительство в опасной зоне. Осуществлена проверка адекватности результатов, полученных с использованием свёрточной нейронной сети. Разработан программный продукт, позволяющий определить наличие опасных территорий в пределах населённых пунктов, что позволяет значительно повысить эффективность и точность картирования хозяйственной деятельности в населённых пунктах.

Благодарности: исследование проведено при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, грант № 17803ГУ/2022.

Original article

Geoecological Mapping of Urbanized Territories of the Transbaikal Territory Using a Convolutional Neural Network

Denis V. Kochev

Transbaikal State University, Chita, Russia
denis.ko4ev@yandex.ru

Information about the article

Received 28 June 2024

Approved after review
19 July 2024

Accepted for publication
6 August 2024

Floods pose a serious threat to economies and communities, but their danger is often underestimated. As a result, potentially dangerous areas of economic territories are subject to intensive development, which leads to damage when they are flooded. The use of modern methods of remote sensing of the Earth in combination with deep learning algorithms can significantly increase the efficiency and accuracy of mapping these territories and makes it possible to effectively manage them, optimizing the pro-

cesses of planning and development of territories, reducing damage due to flooding. The object of the study is flood-prone areas of settlements in the Transbaikalian Territory. The goal of the study is to improve geoeological mapping of the economic use of residential areas of the Transbaikalian Territory that are prone to floods during the inter-flood period. The research objectives are as follows: image processing; visualization of objects belonging to different classes of economic use; analysis and assessment of changes within hazardous areas; checking the results obtained using a convolutional neural network; development of a software product that allows you to inform interested parties about the presence of dangerous territories. The methodology and methods are presented by research methods in the field of remote sensing of the Earth and processing of cartographic information. High-resolution remote sensing data, freely distributed by Google Earth services, and data from UAVs were obtained. The data is given in raster format and has a coordinate reference. Data processing has been carried out using the U-Net convolutional neural network and image processing by using a neural network and visualization of objects belonging to different classes of economic use of territories. A retrospective analysis and assessment of development changes in hazardous areas has also been performed. The data obtained show active individual construction in the danger zone. The adequacy of the results obtained using a convolutional neural network was checked. A software product has been developed to determine the presence of hazardous areas within populated areas, which can significantly increase the efficiency and accuracy of mapping economic activities in populated areas.

Keywords:

flood-prone areas, floods, decryption, remote sensing of the Earth, neural networks, machine learning, computer program, Python, damage, mapping

Acknowledgement: *the study was conducted with the financial support of the Foundation for the Promotion of Small Enterprises in the Scientific and Technical field, grant No. 17803GU/2022*

Введение. Территория Забайкальского края по своим природным условиям классифицируется как паводкоопасный регион, что подтверждается данными Водной стратегии Российской Федерации. Сложные географические условия Забайкальского края обуславливают активное использование речных долин для проживания населения, ведения сельскохозяйственного и промышленного производства, а также для создания транспортных коммуникаций [7]. В поймах р. Ингода, Чита, Онон, Шилка, Аргунь расположена значительная часть городов и сёл региона. Следовательно, во время наводнений под угрозой затопления оказывается не менее 130 населённых пунктов [6]. Процесс картирования затруднителен из-за временных и трудовых затрат для человека. Глубокое обучение, благодаря своим возможностям в области мультисенсорной и разновременной классификации, становится центральным методом в решении проблем картирования по данным дистанционного зондирования [13].

Объект исследования – паводкоопасные территории населённых пунктов Забайкальского края.

Предмет исследования – геоэкологическое картирование территорий населённых пунктов с помощью свёрточной нейронной сети.

Цель исследования – усовершенствование геоэкологического картирования хозяйственного использования селитебных тер-

риторий Забайкальского края, подверженных наводнениям, в межпаводковый период.

Задачи исследования: обработка снимков с использованием свёрточной нейронной сети; визуализация объектов, принадлежащих к разным классам хозяйственного использования территорий; анализ и оценка изменений в пределах опасных территорий; проверка адекватности результатов, полученных с использованием свёрточной нейронной сети; разработка программного продукта, позволяющего информировать заинтересованных лиц о наличии опасных территорий в пределах крупных населённых пунктов.

Материалы и методы исследования. Наблюдение за уровнем хозяйственного освоения территорий, подверженных паводкам, позволит эффективно управлять их использованием, способствовать восстановлению, обеспечивать безопасное планирование и развитие их экономического потенциала, а также предоставит возможность оценить возможные убытки для застройки и других значимых объектов экономики, вызванные паводками и неблагоприятными гидрометеорологическими явлениями. Использован комплексный подход, включающий методы исследований в области дистанционного зондирования Земли и обработки картографической информации. Получены данные дистанционного зондирования высокого разрешения Махаг, Digital Globe, Ikonos, свободно распространяемые сервисами Google Earth. Для анализа использованы сведения беспилотных лета-

тельных аппаратов (далее – БПЛА). Данные представлены в растровом формате GeoTiff и имеют координатную привязку на системе WGS-84. Обработку данных осуществляли с помощью свёрточной нейронной сети U-Net, с энкодером SE-ResNeXt50.

Разработанность темы исследования. Согласно актуальным научным данным, наблюдается значительное увеличение рисков возникновения чрезвычайных ситуаций и размера ущербов от опасных природных явлений гидрометеорологического характера в связи с застройкой опасных территорий. Оперативный мониторинг данных зон возможен благодаря использованию данных дистанционного зондирования Земли. Тем не менее существуют значительные проблемы в анализе этих данных, ввиду их большого объёма и длительной, трудоёмкой, рутинной обработки [4]. Введение методов оперативного мониторинга и анализа данных дистанционного зондирования даёт возможность более эффективно управлять этими зонами, минимизируя ущерб и оптимизируя процессы планирования и развития территорий [12].

Благодаря использованию алгоритмов искусственного интеллекта, в частности технологий глубокого обучения свёрточных нейронных сетей, появляется возможность точной классификации и извлечения структуры исследуемых объектов. Это приближает данный тип анализа к визуальному дешифрированию, что является неоспоримым преимуществом по сравнению с традиционными методами автоматического дешифрирования исследуемых объектов [5].

В работе проведена оценка динамики застройки и хозяйственного освоения паводкоопасных территорий на основе разновременных космических снимков, что позволяет выявить тенденции и изменения за определённые промежутки времени. Адекватность и точность результатов проверяли с использованием метрик оценки качества моделей классификации, таких как матрица ошибок (Confusion matrix) и F-мера, что подтверждает достоверность и надёжность полученных данных.

Результаты исследования и их обсуждение. В настоящее время применение алгоритмов искусственного интеллекта является наиболее распространённой технологией в распознавании различной информации на растровых изображениях. Свёрточные нейросети эффективнее также в задачах анализа больших данных со множеством

признаков и сложной структурой различных математических моделей. Свёрточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks – CNN) [1; 2], глубокие сети доверия (Deep Belief Networks – DBN) [12] и рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Networks – RNN) [10] активно применяются для распознавания речи, компьютерного зрения и обработки естественного языка. Существенный прогресс достигнут в области масштабного распознавания изображений [14; 15; 11], обнаружения объектов [1; 8] и семантической сегментации, главным образом благодаря использованию нейронных сетей. Эффективность применяемых алгоритмов подтверждена работами, включающими классификации различных типов покрытия поверхности Земли, такие как здания и дороги, на основе данных оптического и радиолокационного зондирования [9], что способствовало решению широкого спектра задач дистанционного зондирования [13]. Ранее изложенное позволяет сделать вывод о высокой эффективности и результативности работы нейросетей с растровыми данными, что, в свою очередь, позволяет оценить количественные и качественные показатели застройки в пределах не только опасных зон, но и границ населённых пунктов (рис. 1).

Оценить динамику застраиваемости и хозяйственного освоения территорий можно по двум и более разновременным изображениям, однако «на глаз» качественно и количественно это сделать довольно затруднительно (рис. 2).

Для анализа и оценки изменений на изображениях применяют процесс их дешифрирования. Широко распространено визуальное дешифрирование. Для визуального дешифрирования используется геоинформационная система (например, ArcGIS или QGIS). Визуальное дешифрирование отличается от автоматических методов высокой точностью, однако имеются существенные недостатки с низкой скоростью дешифрирования. Ручная разметка объектов является трудозатратной задачей [3]. Соответственно, разработка и оптимизация свёрточной нейронной сети на архитектуре U-Net являются решением данной задачи благодаря автоматизации процесса дешифрирования. Человек получает дополнительное время для других задач. Ему остаётся только проверить и скорректировать полученный результат, что экономит время и трудовые ресурсы.

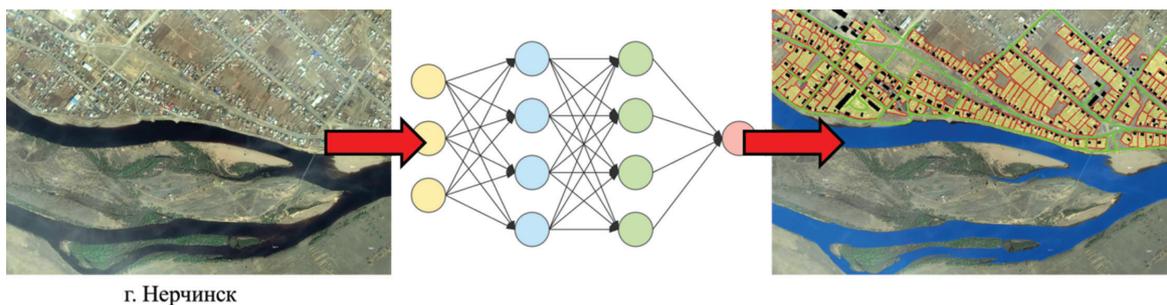


Рис. 1. Свёрточная нейронная сеть, которая позволяет выделить и классифицировать различные объекты / **Fig. 1.** Convolutional neural network allows you to identify and classify various objects



Рис. 2. Динамика застройки с. Улёты Забайкальского края за 18-летний период / **Fig. 2.** The development dynamics of the village Uley in the Transbaikalian Territory over an 18-year period

После завершения конфигурации и обучения нейросети подготовлены космоснимки, снимки с БПЛА в различных пространственных разрешениях, которые отправлены на обработку нейросетью. Используются данные полевых исследований с применением БПЛА, а также свободно распространяемые изображения с SASPlanet и GoogleEarthPro. Для анализа отобраны спутниковые снимки пгт Агинское за 2013, 2019 гг. В результате работы нейросети получены растровые изображения с выделенными объектами застройки и объектами хозяйственной деятельности. В

качестве опасной зоны наложен векторный слой зоны с особыми условиями использования территорий (далее – ЗОУИТ) с публичной кадастровой карты. Данная зона практически совпадает с зоной затопления 1 %-й вероятности (рис. 3).

Для сопоставления данных и оценки динамики освоения территорий и прироста застройки в пгт Агинское за 2013–2019 гг. проведён геоинформационный анализ в QGIS и ArcGIS 10.0. Для этого полученные после дешифрирования на свёрточной нейросети растровые изображения подвергали вектори-

зации (конвертировали из растрового формата в векторный), затем с ними производили операцию совмещения разновременных данных, что необходимо для ретроспективного анализа застройки за разные промежутки времени. Для этого использованы данные 2013, 2019 гг. В результате получены данные совмещения различных объектов хозяйственной деятельности за разные годы, наглядно показывающие качественный и количествен-

ный прирост объектов застройки и объектов хозяйственной деятельности.

Полученные данные позволили сделать вывод об активном индивидуальном строительстве в потенциально опасной зоне даже за сравнительно малый период времени (2013–2019 гг.). Количественные показатели площади застройки и земельных участков на территориях, подверженных затоплению в результате наводнений, представлены на рис. 4.

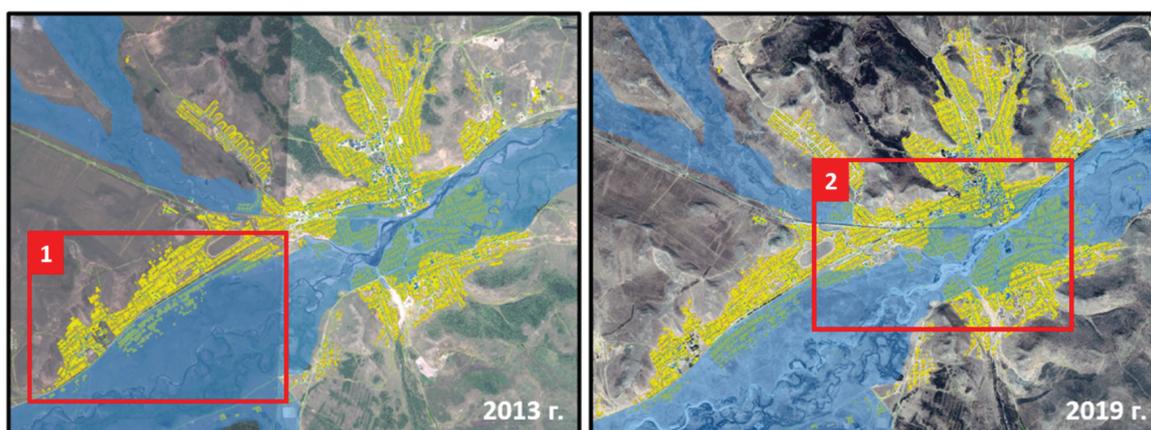


Рис. 3. Изображение пгт Агинское с дешифрированными объектами застройки и наложенной опасной зоной в пределах ЗОУИТ и зоной затопления 1 %-й вероятности / **Fig. 3.** Image of the village Aginskoye with decrypted building objects and an imposed danger zone within the ZOOIT and a 1 % probability flooding zone

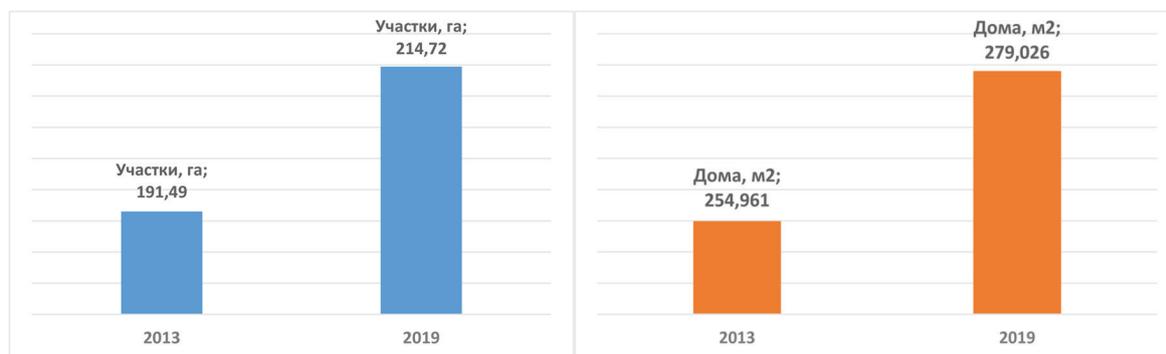


Рис. 4. Динамика изменения площадей участков и индивидуальной застройки в пгт Агинское в 2013–2019 гг. / **Fig. 4.** Dynamics of changes in the area of plots and individual buildings in the village Aginskoye from 2013 to 2019

Площадь земельных участков увеличилась с 191,49 га до 214,72 га, а общая площадь индивидуальной застройки – с 254 961 м² до 279 026 м².

При моделировании с использованием нейронных сетей всегда имеется огромное количество вариантов и конфигураций алгоритмов и параметров, влияющих на производительность выбранного решения и качество получаемого результата. Для оценки качества и производительности работы нейронной

сети используются разнообразные метрики, дающие возможность выполнить сравнение разных применяемых схем моделирования. Большинство метрик базируются на описании в терминах матрицы ошибок (Confusion matrix), имеющих обозначения, приведённые на рис. 5.

Таким образом, ошибки бывают двух классов: False Positive (FP), или ошибка 1-го рода, и False Negative (FN) – ошибка 2-го рода.

		Истинное значение	
		y=1	y=0
Предсказанное значение	y'=1	True Positive (TP)	False Positive (FP) Ложное срабатывание
	y'=0	False Negative (FN) Пропуск цели	True Negative (TN)

Рис. 5. Матрица ошибок / Fig. 5. Confusion matrix

F-мера – агрегированный критерий, объединяющий precision и recall, равный их среднему гармоническому. В критерии F принимается во внимание вес precision или recall, т. к. максимальные значения данных метрик одновременно не достижимы:

$$F_{\beta} = (1 + \beta^2) \cdot \frac{\text{precision} \cdot \text{recall}}{(\beta^2 \cdot \text{precision}) + \text{recall}}$$

где β – вес точности в F-мере.

Самый сбалансированный вариант – это критерий F1 при $\beta=1$. В этом случае и precision, и recall достигают совместного максимума. Соответственно, F1-мера является универсальным и сбалансированным критерием оценки качества моделей классификации.

После процесса обучения и определения эффективности и выбора оптимальной архитектуры нейросети её эффективность

определена по «матрице ошибок» (Confusion matrix). Отмечено неравномерное качество определения объектов различных классов, что отображено на рис. 6.

Классы «реки», «участки» и «неклассифицированные объекты» показали высокую точность при обучении, классы «строения» и «дороги» – более низкую точность, а класс «ограждения» – самую низкую точность, что связано с проблемой несбалансированности выборки, т. е. с различием размеров объектов, попадающих в разные классы. Даже процесс аугментации, направленный на искусственное увеличение выборки посредством различных искажений и растяжений, не дал высоких результатов. Это связано с тем, что ограждения имеют малую толщину и протяжённый линейный размер, что затрудняет их распознавание, по сравнению с другими объектами. Более того, сеть часто неправильно определяла ограждение как часть участка, что видно на матрице как значение меры $F1=0,13$.

В некоторых случаях сеть ошибочно определяла строения как участки ($F1=0,06$). Для улучшения точности сегментации ограждений внесены корректировки в исходную разметку обучающей выборки, а маски данного класса увеличены в размере, что привело к улучшению точности выделения классов ограждений и распознавания участков, огороженных заборами (рис. 6).

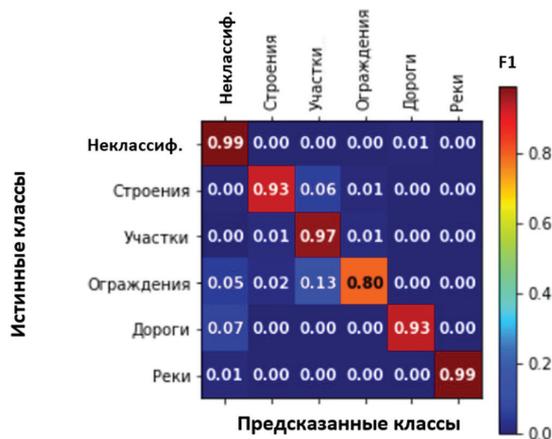
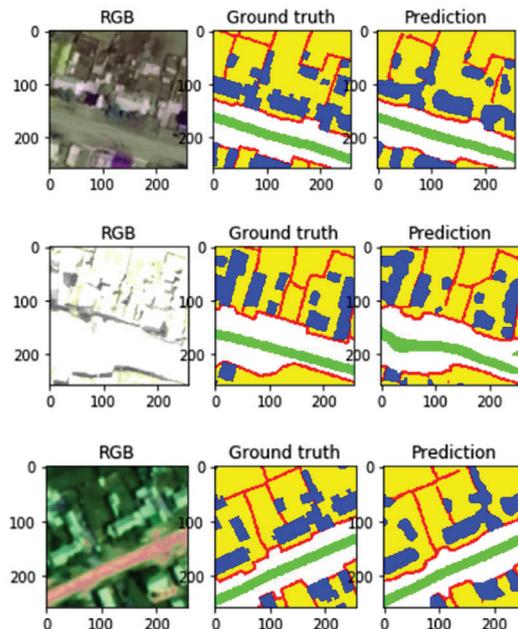


Рис. 6. Матрица ошибок разделения классов и сравнительные образцы работы алгоритма сегментации / Fig. 6. Class separation confusion matrix and comparative examples of the segmentation algorithm



Сравнение истинных и предполагаемых значений показало 97 % точности для земельных участков, 93 % точности для строений, 80 % точности для ограждений. Низкая точность при выделении ограждений, как уже сказано ранее, обусловлена их малой толщиной и линейной протяжённостью.

Разработанная программа¹ позволила идентифицировать застройку на космических

снимках, что способствовало определению её количественного состава, а также выявлению появления новых объектов недвижимости (рис. 7).

Программа работает через Yupiter Notebook на операционных системах: Windows 7, 8, 10, 11. Язык программирования: Python. Объём программы: 50,5 Kb (рис. 8).



Рис. 7. Фрагмент снимка г. Хилок до и после обработки /
Fig. 7. Fragment of the image of Khilok before and after processing¹

¹ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024618101 Российская Федерация. Программа для дешифрирования объектов застройки на аэрофотоснимках и спутниковых снимках высокого пространственного разрешения : № 2024616752 : заявл. 01.04.2024 : опубл. 09.04.2024 / Д. В. Кочев, К. А. Курганович; заявитель – ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет».

```

class SegNet(nn.Module):
    # SegNet network
    @staticmethod
    def weight_init(m):
        if isinstance(m, nn.Linear):
            torch.nn.init.kaiming_normal(m.weight.data)

    def __init__(self, in_channels=IN_CHANNELS, out_channels=N_CLASSES):
        super(SegNet, self).__init__()
        self.pool = nn.MaxPool2d(2, return_indices=True)
        self.unpool = nn.MaxUnpool2d(2)

        self.conv1_1 = nn.Conv2d(in_channels, 64, 3, padding=1)
        self.conv1_1_bn = nn.BatchNorm2d(64)
        self.conv1_2 = nn.Conv2d(64, 64, 3, padding=1)
        self.conv1_2_bn = nn.BatchNorm2d(64)

        self.conv2_1 = nn.Conv2d(64, 128, 3, padding=1)
        self.conv2_1_bn = nn.BatchNorm2d(128)
        self.conv2_2 = nn.Conv2d(128, 128, 3, padding=1)
        self.conv2_2_bn = nn.BatchNorm2d(128)

        self.conv3_1 = nn.Conv2d(128, 256, 3, padding=1)
        self.conv3_1_bn = nn.BatchNorm2d(256)
        self.conv3_2 = nn.Conv2d(256, 256, 3, padding=1)
        self.conv3_2_bn = nn.BatchNorm2d(256)
        self.conv3_3 = nn.Conv2d(256, 256, 3, padding=1)
        self.conv3_3_bn = nn.BatchNorm2d(256)

        self.conv4_1 = nn.Conv2d(256, 512, 3, padding=1)
        self.conv4_1_bn = nn.BatchNorm2d(512)
        self.conv4_2 = nn.Conv2d(512, 512, 3, padding=1)
        self.conv4_2_bn = nn.BatchNorm2d(512)
        self.conv4_3 = nn.Conv2d(512, 512, 3, padding=1)
        self.conv4_3_bn = nn.BatchNorm2d(512)

        self.conv5_1 = nn.Conv2d(512, 512, 3, padding=1)
        self.conv5_1_bn = nn.BatchNorm2d(512)
        self.conv5_2 = nn.Conv2d(512, 512, 3, padding=1)
        self.conv5_2_bn = nn.BatchNorm2d(512)

```

```

# Parameters
WINDOW_SIZE = (256, 256) # Patch size
STRIDE = 32 # Stride for testing
IN_CHANNELS = 3 # Number of input channels (e.g. RGB)
FOLDER = "d:/DeepVetsForEO/" # Replace with your "/path/to/the/ISPRS/dataset/folder/"
BATCH_SIZE = 10 # Number of samples in a mini-batch

LABELS = ["River", "Roads", "Uchaastki", "Zabori", "Buildings"] # Label names
N_CLASSES = len(LABELS) # Number of classes
WEIGHTS = torch.ones(N_CLASSES) # Weights for class balancing
CACHE = True # Store the dataset in-memory

MAIN_FOLDER = FOLDER + 'Nerchinsk/'
DATA_FOLDER = MAIN_FOLDER + 'dataset_mask/cs{}.tif' # same syntax for распознавания
LABEL_FOLDER = MAIN_FOLDER + 'G_truth/gt_{}.tif' # различные данные в виде раstra
ERODED_FOLDER = MAIN_FOLDER + 'G_truth/gt_{}.tif' # классы отгелены черной линией

```

Рис. 8. Фрагмент программы для ЭВМ на языке программирования Python / Fig. 8. A fragment of a computer program in the Python programming language

Программа состоит из модуля обучения и модуля инференс. Модуль для обучения включает список и параметры требуемых блоков для работы нейронной сети.

Для отображения объектов застройки и других объектов назначается цвет на получаемом растровом изображении.

0 : (255, 255, 255), # Неклассифицированный объект (white).

1 : (255, 255, 0), # Участки (yellow).

2 : (0, 255, 255), # Лес (cyan).

3 : (255, 0, 0), # Ограждения (red).

4 : (0, 0, 255) # Строения (blue).

Во время инференса производится ряд следующих действий при обработке изображений:

1) из указанной папки инференса последовательно обрабатываются все имеющиеся изображения разных форматов;

2) после обработки сохраняются два файла: tif – полный растр с геопривязкой, png – растр для просмотра результата.

Выводы. На основе проведенных исследований можно сделать несколько важных выводов относительно рационального использования паводкоопасных территорий.

Использование современных методов дистанционного зондирования Земли в сочетании с алгоритмами глубокого обучения позволяет значительно повысить эффективность и точность картирования хозяйственной деятельности в этих зонах.

Применение алгоритмов свёрточных нейронных сетей, таких как U-Net, позволило автоматизировать процесс дешифриро-

вания объектов застройки, приближая его по качеству к визуальному анализу, что является значительным преимуществом, учитывая временные и трудовые затраты традиционных методов. Тем не менее исследование показало, что точность классификации объектов может варьироваться в зависимости от их характеристик, таких как размер и форма. Сравнение истинных значений и предсказанных показало 97 % точности для земельных участков, 93 % точности для строений, 80 % точности для ограждений.

Результаты исследования демонстрируют, что интеграция данных различных пространственных разрешений и источников (например, спутниковых снимков и данных БПЛА) в модели глубокого обучения может существенно улучшить качество анализа. Это особенно важно для управления и планирования территорий, подверженных паводкам, что подтверждается высокой точностью классификации и идентификации объектов застройки, полученной в данном исследовании.

Таким образом, внедрение передовых технологий дистанционного зондирования и искусственного интеллекта в географические исследования открывает новые возможности для эффективного управления земельными ресурсами и снижения рисков, связанных с опасными природными явлениями, в частности с наводнениями. Соответственно, подтверждается необходимость дальнейшего развития и применения данных методик в практике территориального планирования и управления.

Список литературы

1. Богатырева А. А., Виноградова А. Р., Тихомирова С. А. Исследование способности к Transfer Learning свёрточных нейронных сетей, обученных на Imagenet // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 7. С. 106–111.
2. Галанов А. Э., Селюкова Г. П. Нейронные сети и нейронные технологии // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: сб. ст. LIII Междунар. студ. науч.-практ. конф. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019. С. 399–405.
3. Кочев Д. В. Геоэкологическое картирование застройки на паводкоопасных территориях городов Шилки и Нерчинска Забайкальского края с использованием спектрального индекса NDBI и нейронной сети // Вестник Забайкальского государственного университета. 2024. Т. 30, № 1. С. 28–39.
4. Курганович К. А., Шаликовский А. В., Босов М. А., Кочев Д. В. Применение алгоритмов искусственного интеллекта для контроля паводкоопасных территорий // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2021. № 3. С. 6–24.
5. Сеничев А. В., Новикова А. И., Васильев П. В. Сравнение глубокого обучения с традиционными методами компьютерного зрения в задачах идентификации дефектов // Молодой исследователь Дона. 2020. № 4. С. 64–67.
6. Солодухин А. А. Забайкальский край – паводкоопасный регион // Техносферная безопасность Байкальского региона: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. Чита: ЗабГУ, 2017. С. 24–32.
7. Шаликовский А. В. Основы рационального использования паводкоопасных территорий: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: 25.00.36. Чита, 2004. 40 с.

8. Girshick R., Donahue J., Darrell T., Malik J. Region-based convolutional networks for accurate object detection and semantic segmentation // *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell.* 2016. No. 38. P. 142–158.
9. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep learning.* Cambridge (MA): MIT Press, 2016.
10. Graves A., Liwicki M., Fernandez S., Bertolami R., Bunke H., Schmidhuber J. A. Novel connectionist system for improved unconstrained handwriting recognition // *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell.* 2009. No. 31. P. 855–868.
11. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep residual learning for image recognition // *Proceedings of the 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR).* 2016.
12. Hinton G. E., Osindero S., Teh Y. W. A Fast-learning algorithm for deep belief nets // *Neural Comput.* 2006. No. 18. P. 1527–1554.
13. Hu W., Huang Y., Wei L., Zhang F., Li H. Deep convolutional neural networks for hyperspectral image classification // *J Sens.* 2015. No. 2. P. 3–12.
14. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. Текст: электронный // *Adv Neural Inf Process Syst* 25. 2012. URL: <https://papers.nips.cc/paper/4824-imagenet-classification-with-deep-convolutional-neuralnetworks.pdf> (дата обращения: 12.05.2024).
15. Simonyan K., Zisserman A. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. Текст: электронный // *arXiv.* 2015. URL: <https://arxiv.org/pdf/1409.1556.pdf> (дата обращения: 12.05.2024).

References

1. Bogatyreva A. A., Vinogradova A. R., Tikhomirova S. A. Investigation of the Transfer Learning ability of convolutional neural networks trained on Imagenet. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, no. 7, pp. 106–111, 2019. (In Rus.)
2. Galanov A. E., Selyukova G. P. Neural networks and neural technologies // *Actual issues of science and economics: new challenges and solutions: sat. art. LIII International Student Scientific and Practical Conference.* Tyumen: State Agrarian University of the Northern Urals, 2019. P. 399–405. (In Rus.)
3. Kochev D. V. Geocological mapping of buildings in flood-prone areas of the cities of Shilka and Nerchinsk of the Trans-Baikal Territory using the NDBI spectral index and a neural network. *Transbaikal State University Journal*, vol. 30, no. 1, pp. 28–39, 2024. (In Rus.)
4. Kurganovich K. A., Shalikovskiy A. V., Bosov M. A., Kochev D. V. Application of artificial intelligence algorithms for flood-prone areas control. *Water Management of Russia: Problems, Technologies, Management*, no. 3, pp. 6–24, 2021. (In Rus.)
5. Senichev A. V., Novikova A. I., Vasiliev P. V. Comparison of deep learning with traditional methods of computer vision in problems of defect identification. *Young Researcher of the Don*, no. 4, P. 64–67, 2020. (In Rus.)
6. Solodukhin A. A. Zabaikalsky Krai – flood-prone region. *Technosphere safety of the Baikal region: collection of articles international scientific and practical conference.* Chita: ZabGU, 2017. Pp. 24–32. (In Rus.)
7. Shalikovskiy A. V. Fundamentals of rational use of flood-prone territories: abstract. ... *Doctor of Geographical Sciences: 25.00.36.* Chita, 2004. 40 p. (In Rus.)
8. Girshick R., Donahue J., Darrell T., Malik J. Region-based convolutional networks for accurate object detection and semantic segmentation. *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell*, no. 38, pp. 142–158, 2016. (In Eng.)
9. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep learning.* Cambridge (MA): MIT Press, 2016. (In Eng.)
10. Graves A., Liwicki M., Fernandez S., Bertolami R., Bunke H., Schmidhuber J. A. Novel connectionist system for improved unconstrained handwriting recognition. *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell*, no. 31, pp. 855–868, 2009. (In Eng.)
11. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep residual learning for image recognition. *Proceedings of the 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR).* 2016. (In Eng.)
12. Hinton G. E., Osindero S., Teh Y. W. A Fast-learning algorithm for deep belief nets. *Neural Comput*, no. 18, pp. 1527–1554, 2006. (In Eng.)
13. Hu W., Huang Y., Wei L., Zhang F., Li H. Deep convolutional neural networks for hyperspectral image classification. *J Sens*, no. 2, pp. 3–12, 2015. (In Eng.)
14. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Adv Neural Inf Process Syst* 25. 2012. Web. 12.05.2024. <https://papers.nips.cc/paper/4824-imagenet-classification-with-deep-convolutional-neuralnetworks.pdf>. (In Eng.)
15. Simonyan K., Zisserman A. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *arXiv.* 2015. Web. 12.05.2024. <https://arxiv.org/pdf/1409.1556.pdf>. (In Eng.)

Информация об авторе

Кочев Денис Владимирович, аспирант, старший преподаватель, зав. лабораториями, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; denis.ko4ev@yandex.ru. Область научных интере-

сов: геоэкология, дистанционное зондирование Земли, геоинформационные системы, беспилотные летательные аппараты, радиолокация, машинное обучение, нейронные сети, географические науки.

Information about the author

Kochev Denis V., postgraduate, senior lecturer, head of laboratories, Transbaikal State University, Chita, Russia; denis.ko4ev@yandex.ru. Research interests: geoecology, remote sensing of the earth, geographic information systems, unmanned aerial vehicles, radar, machine learning, neural networks, geographical sciences.

Для цитирования

Кочев Д. В. Геоэкологическое картирование селитебных территорий Забайкальского края с использованием свёрточной нейронной сети // Вестник Забайкальского государственного университета. 2024. Т. 30, № 3. С. 27–37. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-27-37.

For citation

Kochev D. V. Geoecological Mapping of Urbanized Territories of the Transbaikal Territory Using a Convolutional Neural Network // Transbaikal State University Journal. 2024. Vol. 30, no. 3. P. 27–37. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-27-37.

Обзорная статья
 УДК 662.62/662.613.1
 DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-38-48

Перспективы угольной генерации

Галина Петровна Сидорова¹, Павел Михайлович Маниковский²,
 Татьяна Олеговна Гущина³

^{1,2}Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

³Управление по надзору в угольной промышленности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), г. Москва, Россия

¹druja@inbox.ru, ²manikovskiy@yandex.ru, ³tanyshkaguchina@inbox.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию
 07.07.2024

Одобрена после рецензирования
 11.07.2024

Принята к публикации
 06.08.2024

Ключевые слова:

угольная генерация,
 энергопотребление
 угольного топлива,
 тепловая электростанция,
 выбросы, золошлаковые
 отходы, качество,
 анализ, экологическая
 безопасность,
 доминирующие источники
 электроэнергии,
 альтернативные
 источники энергии

В статье представлена обзорная информация о состоянии и проблемах угольной генерации в России и мире. Основной проблемой угольной энергетики является экологическая безопасность отрасли. Ужесточение экологических требований к чистоте воздуха от загрязнителей, выделяемых угольными тепловыми электростанциями, привело к тому, что многие страны начали отказываться от угольной генерации в пользу альтернативных источников энергии. Стали сокращаться объёмы инвестиций в проекты угольной промышленности, а в ряде стран планируется полный отказ от неё в среднесрочной перспективе. Перспектива развития угольной генерации в России и мире является одной из самых актуальных тем для дискуссий, которую неоднократно обсуждали на различных информационных площадках, в том числе и в международном контексте. Эксперты из многих стран России и мира регулярно представляют свои исследования о значимости угольной генерации, запасах угля и энергопотреблении угольного топлива, экологической безопасности отрасли. Объект исследования – проблемы угольной генерации в России и мире. Цель исследования – анализ и количественная оценка распределения мощностей угольной энергетики, оценка экологических проблем, связанных с угольной генерацией. Задача исследования – получение достоверной информации для оценки количественных характеристик энергопотребления и экологической безопасности отрасли. Метод исследования – анализ информационных данных аналитических агентств и имеющихся в открытом доступе материалов. Результаты аналитических исследований, представленные в статье, свидетельствуют о том, что в ближайшей перспективе тепловая энергетика будет оставаться преобладающей в энергетическом балансе отдельных стран мира. Однако решение проблем экологической безопасности топливной энергетики требует централизованного подхода, значительных финансовых вложений и создания соответствующей нормативной базы.

Благодарности: исследование выполнено при поддержке Программы развития Забайкальского государственного университета «Приоритет-2030. Дальний Восток», проект № НП-1.

Review article

Prospects for Coal Generation

Galina P. Sidorova¹, Pavel M. Manikovsky², Tatyana O. Gushchina³

^{1,2}Transbaikal State University, Chita, Russia

³Directorate for Supervision in the Coal Industry of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision (Rostekhnadzor), Moscow, Russia

¹druja@inbox.ru, ²manikovskiy@yandex.ru, ³tanyshkaguchina@inbox.ru

Information about the article

Received 7 July 2024

Approved after review
 11 July 2024

Accepted for publication
 6 August 2024

The article provides overview information on the state and problems of coal generation in Russia and the world. The main problem of coal energy is the environmental safety of the industry. Tightening environmental requirements for air purity from pollutants emitted by coal-fired thermal power plants has led to many countries beginning to abandon coal-fired generation in favor of alternative energy sources. The volume of investments in coal industry projects began to decline, and in a number of countries they planned to completely abandon it in the medium term. The prospect

Keywords:

coal generation, energy consumption of coal fuel, thermal power plants, emissions, ash and slag waste, quality, analysis, environmental safety, dominant sources of electricity, alternative energy sources

for the development of coal generation in Russia and the world is one of the most pressing topics for discussion, which has been repeatedly discussed on various information platforms, including in the international context. Experts from many countries in Russia and the world regularly present their researches on the importance of coal generation, coal reserves and energy consumption of coal fuel, and the environmental safety of the industry. The object of the study is the problems of coal generation in Russia and the world. The purpose of the work is to analyze and quantify the distribution of coal power generation capacity, assess the environmental problems associated with coal generation. The objective of the research is to obtain reliable information to assess the quantitative characteristics of energy consumption and environmental safety of the industry. The methods in the study consisted in analyzing information data from analytical agencies and publicly available materials. The results of analytical studies presented in the article indicate that in the near future, thermal energy will remain predominant in the energy balance of individual countries of the world. However, solving problems of environmental safety of fuel energy requires a centralized approach, significant financial investments and the creation of an appropriate regulatory framework.

Acknowledgment. The study was carried out with the support of the Development Program of the Transbaikal State University "Priority-2030. FarEast", project No. NP-1.

Введение. До известных событий 2020–2022 гг. перспективы угольной энергетики обсуждались постоянно на различных информационных площадках. В спорах и полемике решалась судьба отрасли. В 2018 г. в центре энергетики Московской школы управления «Сколково» состоялся Международный энергетический диалог на тему «Роль угольной генерации в эпоху энергетического перехода», на котором представлены предварительные результаты исследований, посвящённых перспективам угольной генерации в России и мире [17]. В ходе обсуждений отмечалась значимость угольной генерации из-за её низкой стоимости, значительных запасов угля, позволяющих обеспечить энергобезопасность многих регионов России и мира.

Актуальность исследования. Основной проблемой угольной энергетики является экологическая безопасность отрасли. Ужесточение экологических требований к чистоте воздуха от загрязнителей, выделяемых угольными тепловыми электростанциями (далее – ТЭС), привело к тому, что многие страны начали отказываться от угольной генерации в пользу альтернативных источников энергии. Стали сокращаться объёмы инвестиций в проекты угольной промышленности, а в ряде стран планируется полный отказ от неё в среднесрочной перспективе.

С 2021 г. на фоне энергетического кризиса страны мира делают некоторый разворот в сторону угольной энергетики, что объясняется несколькими причинами: резко возросший спрос на электроэнергию из-за восстановления мировой экономики после пандемии коронавируса; нехватка энергии и проблема её

выработки ветроэлектростанциями из-за продолжительных периодов безветренной погоды; недостаток газа в газовых хранилищах Европы. Всё это заставило энергокомпании вновь обратиться к более дешёвому, хотя и менее экологичному топливу – углю.

В статье авторы проанализировали существующее в настоящее время положение на рынке угольной генерации в России и мире, оценить перспективу развития отрасли.

Объект исследования – проблемы угольной генерации в России и мире.

Предмет исследования – перспектива развития угольной генерации в России и мире, являющаяся одной из самых актуальных тем для дискуссий, которая неоднократно обсуждалась на различных информационных площадках, в том числе и в международном контексте.

Цель исследования – анализ и количественная оценка распределения мощностей угольной энергетики, оценка экологических проблем, связанных с угольной генерацией.

Задача исследования – получение достоверной информации для оценки количественных характеристик энергопотребления и экологической безопасности отрасли.

Методы исследования. Метод исследования – анализ информационных данных аналитических агентств и имеющихся в открытом доступе материалов.

Разработанность темы исследования.

Угольная генерация в мире. Антироссийские санкции заставили мир несколько пересмотреть основные принципы ESG («экология, социальная политика и корпоративное управление»), ставшие популярными в некоторых

странах в 2020–2021 гг. В России данные принципы были менее распространены, но широко обсуждались на Петербургском международном экономическом форуме в 2021 г.

Доминирующим источником электроэнергии Китая, Индии и многих стран Юго-Восточной Азии (Индонезии, Вьетнама, Малайзии,

Таиланда) является угольная генерация. По имеющейся в открытом доступе информации аналитических агентств, занимающихся стратегическим консалтингом, вклад угля в первичное энергопотребление Китая достигнет максимума в 2025 г., затем начнёт снижаться, к 2050 г. сократившись почти в 2 раза [17] (рис. 1).



Рис. 1. Прогноз потребления энергетического угля в Китае до 2050 г. / **Fig. 1.** Forecast of thermal coal consumption in China until 2050

Китай активно разрабатывает программы по ограничению ввода новых угольных ТЭС и постепенной замене их на альтернативные источники энергии.

По данным тех же источников, максимум потребления энергетического угля в Индии будет достигнут к 2040 г. Планируется к 2030 г. увеличение мощностей угольных электростанций примерно на 20 %. Снижение угольной генерации в стране прогнозируется после 2040 г.

Сложный прогноз энергопотребления фиксируется в странах Евросоюза (ЕС). Многие аналитики предсказывают падение энергопотребления в ЕС уже к 2030 г. Уголь при этом уже не планируется к использованию для энергогенерации.

В настоящее время отказ ЕС от российского газа замедлил вывод угольных мощностей из общего энергобаланса и даже привёл к тому, что в некоторых странах ЕС начинают восстанавливать выведенные ранее из эксплуатации угольные ТЭС. Данная динамика наблюдается в Германии, Италии, Австрии,

Франции, Нидерландах¹ [3; 17]. Предполагается, что в ближайшие несколько лет потребление угля в данных странах может вырасти, несмотря на то что отказ от угольной генерации ЕС является одним из приоритетных экологических направлений. К 2050 г. прогнозируется иметь долю угля в качестве источника энергии не более 1 %.

Сценарии использования энергетического угля до 2050 г. по прогнозам консалтинговой компании «Яков и Партнёры» в рамках анализа ситуации в угольной отрасли в настоящее время² приведены на рис. 2.

Рейтинговое агентство АКРА в начале 2021 г. отмечало, что уголь останется одним из ключевых источников энергии в мире в разрезе 5–10 лет. Это топливо имеет наибольшую долю (47 %) в энергобалансе быстро

¹ IEA (2021e). Coal 2021 – analysis and forecast to 2024. – URL: <https://www.iea.org/reports/coal-2021> (дата обращения: 12.05.2024). – Текст: электронный.

² Будущее угольной индустрии: мировой рынок до 2050 г. – URL: https://yakov.partners/upload/iblock/ee5/hc32c9nsgb59mdchy1qj6l68pfa3ikv1/Budushchee-ugolnoy-industrii_mirovoy-rynok-do-2050-goda.pdf (дата обращения: 12.06.2024). – Текст: электронный.

растущих стран Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР), на которые приходится 44 % потребляемой энергии в мире, и значительный вес в выработке электроэнергии в таких регионах, как Африка (22 %), СНГ (14 %), ЕС (13 %), что отмечалось в обзоре [7].

По данным экспертов, падение спроса на энергетический уголь ожидается в Японии, Южной Корее к 2030 г. Рост спроса на уголь возрастёт в Индонезии и Африке.

В перспективе доля угля в энергобалансе в странах мира к 2050 г. будет составлять 1–15 % [7; 17].

Угольная генерация в России. В последние годы в России отмечаются уменьшение доли угольной генерации и увеличение перехода энергетических компаний на газ. В 2020 г. на угольные ТЭС приходилось около 16 % всей мощности электростанций.

Россия находится на втором месте после США по доказанным запасам угля, которые составляют 15,2 % мировых запасов, и на шестом месте по добыче – 5,6 % уровня добычи угля в мире. Больше половины добытого угля до 2022 г. уходило на экспорт. Крупнейшими импортёрами являлись Китай, Южная Корея и Япония. В настоящее время ситуация несколько изменилась, а перспективными импортёрами российского

угля могут стать страны Азии и Африки. Из-за отказа от импорта российского угля угольным компаниям, расположенным в странах, поддерживавших санкции против России, приходится переориентировать поставки на других потребителей, что создаёт определённые сложности в логистике и, по прогнозам экспертов, может влиять на снижение добычи угля.

Доля угольной генерации в России росла до 2000 г. и составляла около 20 %, затем началось её снижение в связи с переходом энергетических компаний на газ. Ужесточение экологических требований к выбросам угольных электростанций и усиление конкуренции на рынке энергетического топлива с природным газом привели к тому, что в настоящее время доля угля в структуре энергобаланса России составляет всего 12 % [7].

Наиболее значительная доля мощности угольных ТЭС имеется в Дальневосточном, Уральском и Сибирском федеральных округах (21–50 %) [16; 18].

В России имеется ряд регионов, в которых угольная генерация является основной или обладает значительной долей в общем объёме энергобаланса региона. Одним из таких регионов является Забайкальский край¹.

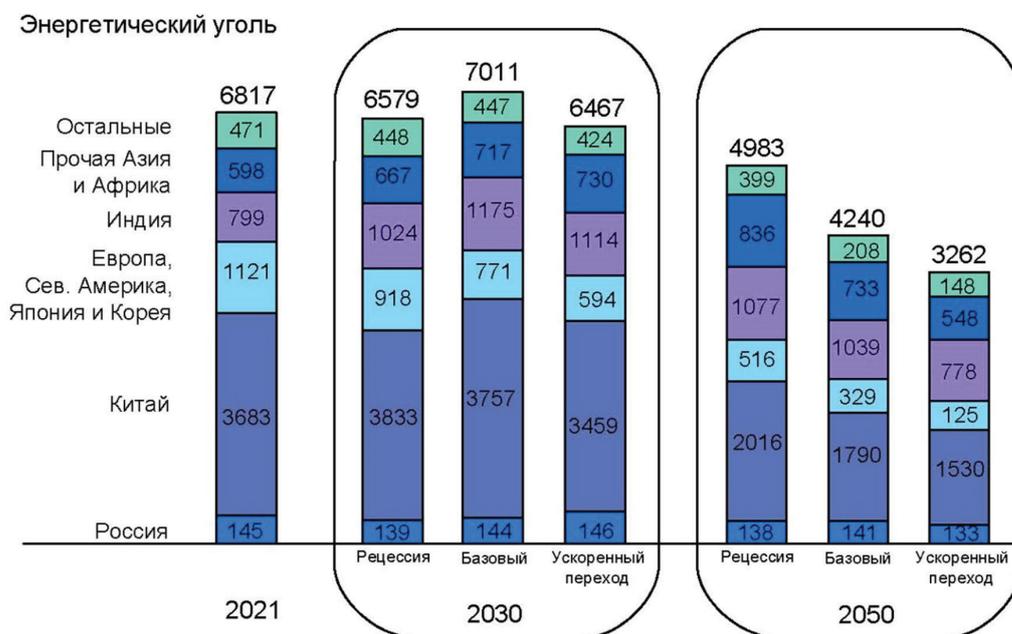


Рис. 2. Сценарии использования энергетического угля до 2050 г. по прогнозам консалтинговой компании «Яков и Партнеры», 2022 г. / **Fig. 2.** Scenarios for the use of thermal coal until 2050 according to forecasts of the consulting company Yakov and Partners, 2022¹

¹ Схема и программа развития электроэнергетики Забайкальского края на 2023–2027 г. – Чита, 2022. – С. 131. – URL: <https://minenergo.75.ru/deyatel-nost/toplivo-energeticheskij-kompleks/elektroenergetika> (дата обращения: 12.06.2024). – Текст: электронный.

Забайкальский край – субъект Российской Федерации, который входит в состав Дальневосточного федерального округа. Территория края – 431,9 тыс. км². Среднегодовая численность постоянного населения Забайкальского края согласно официальной статистике на 1 января 2022 г. составила 1 043,0 тыс. чел.

Энергосистема Забайкальского края входит в Объединённую энергосистему Сибири (ОЭС Сибири). Централизованным электроснабжением охвачено 97 % населённых пунктов.

По данным на 1 января 2022 г., в операционной зоне Забайкальского регионального диспетчерского управления находятся 10 объектов генерации суммарной установленной электрической мощностью 1643,8 МВт. Наиболее крупными из них являются «Харанорская ГРЭС» с установленной мощностью 665 МВт (АО «ИНТЕР РАО – Электрогенерация»), «Читинская ТЭЦ-1» – 452,8 МВт (ПАО «ТГК-14»), станция промышленного

предприятия ТЭЦ ПАО «ППГХО» – 410 МВт (ПАО «ППГХО»).

Основным видом топлива для ТЭС энергосистемы Забайкальского края являются бурые угли, добываемые открытым способом на местных угольных разрезах. Другие виды топлива, ввиду удалённости региона от мест добычи, являются неконкурентоспособными.

В последние годы, т. е. в 2019–2021 гг., расход топлива на электростанциях на производство электрической и тепловой энергии менялся незначительно и составил около 3221 тыс. т. Доля угля в топливном балансе электростанций края составляет 99,8 %, мазута – 0,2 %. В структуре расхода угля на электростанциях края доля «Харанорской ГРЭС» составила 38,9 %, «Читинской ТЭЦ-1» – 35,8 %, ТЭЦ ПАО «ППГХО» – 24,5 %.

Фактическая и прогнозная динамика добычи и структура потребления угля на территории Забайкальского края за 2022–2027 гг. представлены в таблице.

Фактическая и прогнозная динамика добычи и структура потребления угля на территории Забайкальского края за 2022–2027 гг. / Actual and forecast dynamics of coal production and consumption structure in the territory of the Transbaikal Territory for the period 2022–2027

№ п/п	Показатели, тыс. т угля / Indicators, thousand tons of coal	Год / Year					
		2022	2023	2024	2025	2026	2027
1	Добыча, всего, в том числе: / Production, total, including:	16380,7	16443,4	16788,5	16594,3	16509,9	16545,9
	Разрез Харанорский / Kharanorsky section	4794,9	4790,7	5027,5	5031,3	4866,7	4866,7
	Разрез Татауровский (Восточный) / Tataurovsky open-pit mine (Eastern)	1462,1	1463,8	1465,6	1467,3	1469,1	1470,9
	Разрез Уртуйский / Urtuisky open-pit mine	3042,7	3106,4	3211,3	3010,1	3086,9	3119,5
	Разрез Тугнуйский / Tugnuisky section	5791,3	5791,3	5791,3	5791,3	5791,3	5791,3
	Апсатское месторождение / Apsatskoeye field	130,3	130,4	130,6	130,7	130,9	131,1
	Разрез Тигнинский / Tigninsky section	179,4	179,6	179,8	180,0	180,2	180,5
	Малые предприятия / Small businesses	980,1	981,2	982,4	983,6	984,8	985,9
2.	Потребление всего, в том числе: / Consumption of everything, including:	9337,1	9505,4	9569,8	9667,4	9667,9	9811,5
	Всего ТЭС, ГРЭС / Total thermal power plants, state district power plants	6846,7	6910,9	7197,6	7080,2	7125,6	7231,0
	Филиал ПАО «ТГК-14» «Читинская генерация» / Branch of PJSC "TGC-14" "Chita Generation"	2482,8	2513,0	2510,1	2512,3	2509,9	2595,3
	Харанорский / Kharanorsky	1999,0	2023,5	2022,7	2024,4	1992,1	2059,9
	Татауровский / Tataurovsky	483,8	489,5	487,4	487,9	517,7	532,3
	Уртуйский / Urtuisky	2602,7	2597,4	2832,2	2836,1	2836,9	2836,9
	Тигнинский / Tigninsky	2497,2	2492,1	2717,4	2721,2	2722,0	2722,0
	Из других регионов / From other regions	105,5	105,3	114,8	114,9	115,0	115,0
	Харанорская ГРЭС / Kharanorskaya GRES	1705,0	1744,0	1799,0	1678,0	1724,0	1744,0
	Харанорский / Kharanorsky	1705,0	1744,0	1799,0	1678,0	1724,0	1744,0
	Татауровский / Tataurovsky	56,2	56,5	56,3	53,7	54,8	54,8
	Уртуйский / Urtuisky	56,2	56,5	56,3	53,7	54,8	54,8
	Тигнинский / Tigninsky	2490,4	2594,5	2372,2	2587,2	2542,3	2580,5
	Из других регионов / From other regions	6747,8	6671,3	6940,6	6651,0	6727,0	6704,8

Окончание таблицы / End the table

№ п/п	Показатели, тыс. т угля / Indicators, thousand tons of coal	Год / Year					
		2022	2023	2024	2025	2026	2027
2	ТЭЦ ППГХО (АО «РИР») / ТТР PIMCU (JSC RIR)	9337,1	9505,4	9569,8	9667,4	9667,9	9811,5
	Уртуйский / Urtuisky	6846,7	6910,9	7197,6	7080,2	7125,6	7231,0
	Первомайская ТЭЦ / Pervomaiskaya TPP	2482,8	2513,0	2510,1	2512,3	2509,9	2595,3
	Харанорский / Kharanorsky	1999,0	2023,5	2022,7	2024,4	1992,1	2059,9
	Из других регионов / From other regions	483,8	489,5	487,4	487,9	517,7	535,3
	Объекты ЖКХ / Housing and communal services objects	2602,7	2597,4	2832,2	2836,1	2836,9	2836,9
3	Отгрузка за пределы края / Shipping outside the region	2497,2	2492,1	2717,4	2721,2	2722,0	2722,0

Структура потребления топлива на прогнозируемый период 2024–2027 гг. существенно не меняется, основную его долю составляет уголь (более 99 %). Среднегодовой расход угля электростанциями Забайкальского края составит около 7 млн т.

Из всего изложенного следует, что основным видом топлива объектов генерации энергосистемы Забайкальского края являются Харанорский и Уртуйский бурые угли.

В силу отсутствия в крае газо- и нефте-транспортной инфраструктуры объёмы использования таких видов топлива, как нефть и газ, в регионе не значительны. Мазут используется в качестве вспомогательного топлива для растопки котлов «Харанорской ГРЭС» и «Читинской ТЭЦ-2».

Экологические проблемы угольной генерации. Одно из наиболее уязвимых мест в угольной энергетике – экологическое воздействие предприятий угольного топливного цикла на окружающую среду.

Анализ влияния выбросов в атмосферу, связанных с энергетикой, по регионам мира, выполненный Международным институтом прикладного системного анализа (IIASA), показал, что главными загрязнителями воздуха являются промышленность, автотранспорт, мелкие источники тепловой энергии, но не угольные ТЭС¹ [2; 4; 7].

Тем не менее общественное мнение склонно приписывать именно находящимся на виду угольным ТЭС основную роль в загрязнении, считая, что они создают чуть ли не все экологические проблемы на земле. Регуляторы, следуя этим настроениям, ужесточают требования к угольной генерации. Хотя практически на всех ТЭС, как в России, так и за её пределами, существуют хорошо обоснованные системы экологиче-

ского мониторинга, которые контролируют концентрацию не только вредных веществ в дымовых газах, вылетающих через трубу в атмосферу, но и вредных веществ в почвах, водоёмах на территориях, прилегающих к действующим ТЭС.

Конечно, нельзя утверждать, что экологические проблемы, связанные с угольной генерацией, полностью решены, но они решаются с помощью применения новейших разработок и технологий по сжиганию углей и очистке выбросов угольных ТЭС² [23].

Важнейшим фактором ограничений в работе угольных ТЭС являются золошлакоотвалы. Например, один из самых крупных источников промышленных отходов в США – угольные электростанции, которые производят около 110 млн т золошлаковых отходов, но почти 70 % из них используются [6; 12; 13; 21].

За рубежом понятия «золошлаковые отходы» (далее – ЗШО) уже нет, но есть понимание того, что это материал строительный либо иной. В качестве примера можно привести следующие данные: в Великобритании, Польше, Индии используется 50–70 % годового выхода ЗШО. В Китае перерабатывают свыше 80 % золошлаков. В Германии, Дании и в Нидерландах запрещено иметь ЗШО. Такому положению способствует экологическое законодательство ЕС, которое устанавливает экологический штраф за размещение ЗШО, составляющий в среднем 100 евро за тонну (284 евро – в Чехии, 120 евро – в Германии, 90 евро – в Италии) [19; 20–22]. Для сравнения: в России штраф за складирование ЗШО до недавнего времени составлял около 20 р. за тонну. Россия практически на 20 лет отстала с освоением современных угольных

¹ IPCC (2021). Climate change 2021 – the physical science basis. – URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf (дата обращения: 05.06.2024). – Текст: электронный.

² Beneficial use of coal combustion products (2019). American Coal Ash Association (ACAA). – URL: <https://aca-a-usa.org/wp-content/uploads/coalcombustion-products-use/ACAA-Brochure-Web> (дата обращения: 05.06.2024). – Текст: электронный.

технологий в электроэнергетике. Показатели российских ТЭС уступают достигнутому в зарубежной энергетике не только передовых развитых стран, но и некоторых развивающихся стран. Коэффициент полезного действия (далее – КПД) лучших конденсационных энергоблоков на угле в мире составляет 46–48 %, а в России лучшие конденсационные энергоблоки имеют КПД 33–36 % и перерасходуют около 20 % топлива.

В России действует 172 ТЭС на угольном топливе, в золошлакоотвалах которых

накоплено порядка 1,5 млрд т отходов. Ежегодно утилизируется и используется порядка 8–10 % (2,0–2,5 млн т) годового выхода золошлаковых отходов (23–25 млн т), а 21–22 млн т ЗШО поступают в отвалы (рис. 3).

Базовый вариант предусматривает увеличение установленной мощности угольных ТЭС до 68,2 ГВт и рост объёма сжигаемого угля примерно в 1,5 раза по сравнению с 2010 г., что приведёт к 2030 г. к увеличению выхода ЗШО до 35–36 млн т ежегодно.

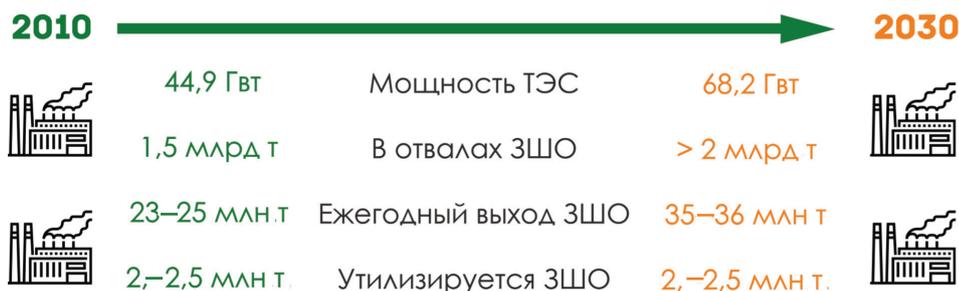


Рис. 3. Прогноз накопления ЗШО на угольных ТЭС по генеральной схеме размещения электроэнергетики до 2030 г. (базовый вариант) / **Fig. 3.** Forecast of accumulation of ash waste at coal-fired thermal power plants according to the general layout of the electric power industry until 2030 (base case)

Авторы статьи «От отходов угольных электростанций к производству строительных материалов» в журнале «Энергетическая политика» Виктор Анিকেев и Дмитрий Силка приводят данные о том, что в России ежегодно образуется 22 млн т угольных отходов, а на начало 2021 г. накоплено 1,4–1,8 млрд т ЗШО [1].

Золошлаковые хранилища на 30 % угольных электростанций практически заполнены. В России под хранение ЗШО выделено уже более 20 тыс. км².

Например, крупнейшая в Забайкальском крае «Харанорская ГРЭС», имеющая объект размещения отходов площадью 1 280 000 м² и вместимостью 7 524 000 м³, уже имеет заполнение 4 063 158 м³. Вопрос утилизации отходов является на предприятии весьма актуальным.

В России проблема утилизации ЗШО возникла не сегодня и не вчера. Практически ежегодно, начиная с 2008 г., проводятся конференции, совещания, симпозиумы по теме утилизации ЗШО. Издано множество книг, посвящённых проблеме рециклинга ЗШО. Доказаны полезные качества ЗШО и необходимость их использования в качестве вторичного минерального ресурса в различных отраслях промышленности, особенно в стро-

ительной индустрии, при строительстве автомобильных дорог, засыпке горных выработок, планировке территорий и др. [6; 10–13].

Выполненные исследования показали, что применение ЗШО в различных отраслях промышленности не только в разы экономит природные ресурсы и сохраняет природную среду, но и существенно повышает качество материалов, снижает себестоимость их производства, повышает долговечность эксплуатации (например, автомобильных дорог) [5; 8; 10; 14; 15].

В России действует государственная программа «Энергоэффективность и развитие энергетики» до 2030 г., в которой прописаны целевые показатели использования ЗШО, а также региональные программы, однако эффект от них пока незначительный. Только решение данных проблем позволит увеличить экологичность угольных ТЭС и повысить конкурентоспособность угольной генерации, имеющей большой потенциал¹ [9].

¹ Рекомендации «круглого стола» Комитета Государственной Думы по энергетике на тему «Законодательное регулирование использования золошлаковых отходов угольных ТЭС»: [утв. Решением Комитета Государственной Думы по энергетике №3.25-5/107 от 29 мая 2019 г.]. – URL: <http://komitet-energo.duma.gov.ru/dokumenty-i-materialy/Rekomendacii/8ee188ff-afad-477b-aef0-deeefb458d2f> (дата обращения: 12.05.2024). – Текст: электронный.

Выводы. Несомненно, в ближайшей перспективе тепловая энергетика будет оставаться преобладающей в энергетическом балансе мира и отдельных стран. Велика вероятность увеличения доли углей и других видов менее чистого топлива в получении энергии. В этой связи необходимо искать пути и способы, позволяющие существенно уменьшать отрицательное воздействие на окружающую среду, которые базируются в основном на совершенствовании технологий подготовки топлива и улавливания загрязняющих выбросов.

На каждой стадии проектирования новой ТЭС важно помнить о том, что взаимодействие энергетического предприятия с окружающей средой происходит на всех стадиях добычи и использования топлива, преобразования и передачи энергии.

Российские ТЭС являются потребителями в основном низкокачественных, небогатых углей (~90 % объема потребления). Поставка низкокачественного угля происходит из-за технических ограничений оборудования ТЭС по сжиганию качественных углей. ТЭС не нуждаются в высококачественном угле, они спроектированы и построены в расчёте на сжигание низкокачественного угля конкретных месторождений.

Потребность в высококачественном угле могла бы возникнуть при внедрении современных ТЭС, основанных на «чистых» уголь-

ных технологиях, которые в нашей энергетике отсутствуют.

Анализ результатов аналитических и практических исследований позволяет сделать выводы о том, что для снижения негативного воздействия от добычи угля, выбросов тепловых станций и ЗШО необходимы следующие меры:

1) введение в эксплуатацию современного оборудования на ТЭС и поставка на ТЭС обогащённых углей с зольностью, уровень которой отвечал бы мировым стандартам;

2) модернизация на угольных ТЭС систем золошлакоудаления с заменой преобладающего мокрого способа золоудаления на более технологичный сухой способ, что позволит решить проблему утилизации и использования золошлаковых отходов, снизит негативное воздействие ЗШО;

3) разработка нормативных документов по предельно допустимому выбросу и предельно допустимой концентрации на выбросы и отходы ТЭС с учётом современных экологических требований (токсичные и радиоактивные, которые в настоящее время не нормируются).

Соответственно, решение проблем экологической безопасности топливной энергетики требует централизованного подхода и значительных финансовых вложений, прежде всего создания соответствующей нормативной базы. Решать её необходимо на уровне Правительства РФ.

Список литературы

1. Аникеев В., Силка Д. Н. От отходов угольных электростанций к производству строительных материалов // Энергетическая политика. 2021. № 1. С. 48–55.
2. Батмунх С., Саломатов В. В., Стенников В. А., Энхжаргал Х. Экологическая чистая угольная ТЭС в концепции мультикомплекса с интеграцией в электроэнергетическую систему Монголии. Новосибирск: СО РАН: Гео, 2019. 253 с.
3. Бат-Эрдэнэ Б., Батмунх С., Драчёв П. С., Подковальников С. В. Развитие энергетического сектора Монголии: моделирование и оптимизация структуры ЕЭЭС Монголии // Энергетик. 2023. № 5. С. 26–35. URL: <http://www.energetik.energy-journals.ru/index.php/EN/article/view/2271> (дата обращения: 05.06.2024).
4. Золотова И. Ю. Бенчмаркинг зарубежного опыта утилизации продуктов сжигания твёрдого топлива угольных ТЭС // Инновации и инвестиции. 2020. № 7. 2020. С. 123–128. URL: <https://acaa-usa.org/wp-content/uploads/coalcombustion-products-use/ACAA-Brochure-Web.pdf> (дата обращения: 05.06.2024).
5. Киселева О. А., Иванова А. А., Мухина Т. Н., Кумпан Н. В. Разработка алгоритма выполнения требований по квотированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух // Энергетик. 2023. № 3. С. 39–41. <https://istina.msu.ru/journals/97525> (дата обращения: 05.06.2024).
6. Киселева С. П., Вишняков Я. Д., Пухов С. А., Разовский Ю. В., Маколова Л. В. Вовлечение отходов тепловых электростанций в эколого-ориентированное развитие экономики // Уголь. 2020. № 11. С. 64–66. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112020.pdf> (дата обращения: 05.06.2024).
7. Киселева С. П., Маравьев В. А., Смирнова Т. С. Переход к экономике замкнутого цикла – путь к улучшению экологической ситуации в России // Приоритетные и перспективные направления научно-технического развития Российской Федерации: материалы I Всерос. науч.-практ. конф. 2018. С. 240–245. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35341338> (дата обращения: 05.06.2024).
8. Кузьмин В. Р. Технология оценки загрязнений окружающей среды объектами энергетики с применением информационно вычислительной системы WICS // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2023. № 1. С. 111–122. URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=58066> (дата обращения: 05.06.2024).

9. Марьев В. А., Смирнова Т. С., Киселева С. П. Экотехнопарки как основа комплексной системы управления отходами и вторичными ресурсами (мировой опыт) // Эколого-ориентированное управление рисками и обеспечение безопасности социально-экономических и общественно-политических систем и природно-техногенных комплексов: сб. мат. круглого стола. М., 2017. С. 102–110.
10. Осокин А. Н., Золотова И. Ю., Никитушкина Ю. В. Снижение антропогенного воздействия дорожного строительства за счёт применения золошлаков ТЭС // Экономическая наука современной России (ЭНСР). 2022. № 1. С. 81–93. URL: <https://www.ecr-journal.ru/jour/article/view/748> (дата обращения: 05.06.2024).
11. Пичугин Е. А. Аналитический обзор накопленного в Российской Федерации опыта вовлечения в хозяйственный оборот золошлаковых отходов теплоэлектростанций // Проблемы региональной экологии. 2019. № 4. С. 77–87. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-othodov-ugledobychi-uglepererabotki-i-ugleobogascheniya-mestorozhdeniy-kuznetskogo-ugolnogo-basseyna> (дата обращения: 05.06.2024).
12. Подгородецкий Г. С., Горбунов В. Б., Агапов Е. А., Ерохов Т. В., Козлова О. Н. Проблемы и перспективы утилизации золошлаковых отходов ТЭС. Часть 1 // Известия высших учебных заведений. Чёрная металлургия. 2018. № 61. С. 439–446. URL: https://fermet.misis.ru/jour/article/view/1356?locale=ru_RU (дата обращения: 05.06.2024).
13. Пухов С. А., Киселева С. П. Вовлечение в хозяйственный оборот золошлаковых отходов тепловых электростанций в интересах экологоориентированного развития экономики // Отходы и ресурсы. 2020. № 4. С. 3–10. URL: <https://resources.today/PDF/10ECOR420.pdf> (дата обращения: 05.06.2024).
14. Рябов Г. А., Артемьева И. В. Роль угольных технологий с низкими выбросами в Азии // Энергетика за рубежом. 2023. № 3. С. 2–27. URL: <http://www.energetik.energy-journals.ru/ejr/index.php/EZR/article/view/435> (дата обращения: 05.06.2024).
15. Рябов Г. А. Совместное сжигание биомассы и ископаемых топлив – путь к декарбонизации производства тепла и электроэнергии // Теплоэнергетика. 2022. № 6. С. 3–15. URL: <https://sciencejournals.ru/viewarticle/?j=tepen&y=2022&v=0&n=6&a=ТепEn2206005Ryabov> (дата обращения: 05.06.2024).
16. Такайшвили Л. Уголь восточных регионов России в топливоснабжении электростанций // Энергетическая политика. 2023. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ugol-vostochnyh-renionov-rossii-v-toplivosnabzhenii-elektrostantsiy> (дата обращения: 05.06.2024).
17. Хохлов А., Мельников Ю. Угольная генерация: новые вызовы и возможности. М.: Сколково, 2019. 84 с. URL: <https://www.bigpowernews.ru/research/docs/document86983.phtml> (дата обращения: 05.06.2024). Текст: электронный.
18. Шамрай Е. И., Таскин А. В., Иванников С. И., Юдаков А. А. Исследование возможностей комплексной переработки отходов предприятий Приморского края // Современные наукоёмкие технологии. 2017. № 3. С. 68–75. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=36618> (дата обращения: 05.06.2024).
19. Bruce C., Jacobs B., Giannaris S., Hardy B. Learning by doing: the cost reduction potential for CCUS at coal-fired power plants. URL: [https://CCUSknowledge.com/pub/CIAB_Report_LessonsByDoing_CCUS_onCoal_Nov2019\(1\).pdf](https://CCUSknowledge.com/pub/CIAB_Report_LessonsByDoing_CCUS_onCoal_Nov2019(1).pdf) (дата обращения: 05.06.2024).
20. Feron P., Cousins A., Jiang K. Towards Zero Emissions from Fossil Fuel Power Stations // International Journal of Greenhouse Gas Control. 2019. No. 5. P. 188–202. URL: https://www.researchgate.net/publication/334840646_Towards_Zero_Emissions_from_Fossil_Fuel_Power_Stations (дата обращения: 05.06.2024).
21. Janowczyk D., Giannaris S., Hill K., Jonathan Ruffinib J., Jacobsa B., FengaYu., Srisanga W., Bruce C. Derates and Outages Analysis – A Diagnostic Tool for Performance Monitoring of SaskPower’s Boundary Dam Unit 3 Carbon Capture Facility // 15th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies GHGT-15. Abu Dhabi, UAE, 2021. 13 p. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3820207 (дата обращения: 05.06.2024).
22. Kelsall G., Baruya P. The role of low emission technologies in net zero Asia future, International Centre for Sustainable Carbon // IEA. 2022. URL: <https://sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=363&paperId=10072825> (дата обращения: 05.06.2024).
23. Sharma V., Akhai S. Trends in utilization of coal fly ash in India: A review // Journal of Engineering Design and Analysis. 2019. No. 2. P. 12–16. URL: https://www.academia.edu/46689412/Trends_in_Utilization_of_Coal_Fly_Ash_in_India (дата обращения: 05.06.2024).

References

1. Anikeev V., Silka D. N. From waste from coal-fired power plants to the production of building materials. Energy Policy, no. 1, pp. 48–55, 2021. (In Rus.)
2. Batmunkh S., Salomatov V. V., Stennikov V. A., Enkhzhargal H. Ecological clean coal-fired thermal power plant in the concept of a multicomplex with integration into the electric power system of Mongolia. Novosibirsk: SB RAS: Geo, 2019. 253 p. (In Rus.)
3. Bat-Erdene B., Batmunkh S., Drachev P. S., Podkovalnikov S. V. Development of the energy sector of Mongolia: modeling and optimization of the structure of the Unified Energy System of Mongolia. The Power

Engineer, no. 5, pp. 26–35, 2023. Web. 05.06.2024. <http://www.energetik.energy-journals.ru/index.php/EN/article/view/2271>. (In Rus.)

4. Zolotova I. Yu. Benchmarking of foreign experience in utilization of solid fuel combustion products of coal-fired thermal power plants. *Innovations and Investments*, no. 7, pp. 123–128, 2020. Web. 05.06.2024. <https://acaa-usa.org/wp-content/uploads/coalcombustion-products-use/ACAA-Brochure-Web.pdf>. (In Rus.)

5. Kiseleva O. A., Ivanova A. A., Mukhina T. N., Kumpan N. V. Development of an algorithm for fulfilling requirements for quotas of emissions of pollutants into the atmospheric air. *Energetik*, no. 3, pp. 39–41, 2023. Web. 05.06.2024. <https://istina.msu.ru/journals/97525>. (In Rus.)

6. Kiseleva S. P., Vishnyakov Ya. D., Pukhov S. A., Razovsky Yu. V., Makolova L. V. Involving waste from thermal power plants in the environmentally oriented development of the economy. *Coal*, no. 11, pp. 64–66, 2020. Web. 05.06.2024. <http://www.ugolinfo.ru/Free/112020.pdf>. (In Rus.)

7. Kiseleva S. P., Maraviev V. A., Smirnova T. S. Transition to a closed-cycle economy – the way to improve the environmental situation in Russia. Priority and promising directions of scientific and technical development of the Russian Federation: materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference. 2018. P. 240–245. Web. 05.06.2024. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35341338>. (In Rus.)

8. Kuzmin V. R. Technology for assessing environmental pollution by energy facilities using the WICS information computing system. *Information and Mathematical Technologies in Science and Management*, no. 1, pp. 111–122, 2023. Web. 05.06.2024. <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=58066>. (In Rus.)

9. Maryev V. A., Smirnova T. S., Kiseleva S. P. Ecotechnoparks as the basis of an integrated waste and secondary resources management system (world experience). *Ecological-oriented risk management and ensuring the safety of socio-economic and socio-political systems and natural and man-made complexes: collection of the round table*. Moscow, 2017. P. 102–110. (In Rus.)

10. Osokin A. N., Zolotova I. Yu., Nikitushkina Yu. V. Reduction of anthropogenic impact of road construction through the use of TPP ash slag. *Economic Science of Modern Russia (ENSR)*, no. 1, pp. 81–93, 2022. Web. 05.06.2024. <https://www.ecr-journal.ru/jour/article/view/748>. (In Rus.)

11. Pichugin E. A. Analytical review of the experience accumulated in the Russian Federation of involving ash and slag waste from thermal power plants in economic turnover. *Problems of Regional Ecology*, no. 4, pp. 77–87, 2019. Web. 05.06.2024. <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-otvodov-ugledobychi-uglepererabotki-i-uglebogascheniya-mestorozhdeniy-kuznetskogo-ugolnogo-basseyna>. (In Rus.)

12. Podgorodetsky G. S., Gorbunov V. B., Agapov E. A., Erokhov T. V., Kozlova O. N. Problems and prospects of utilization of ash and slag waste from CHP plants. Part 1. *Proceedings of Higher Educational Institutions. Ferrous Metallurgy*, No. 61, pp. 439–446, 2018. Web. 05.06.2024. https://fermet.misis.ru/jour/article/view/1356?locale=ru_RU. (In Rus.)

13. Pukhov S. A., Kiseleva S. P. Involvement in the economic turnover of ash and slag waste from thermal power plants in the interests of environmentally oriented economic development. *Waste and Resources*, no. 4, pp. 3–10, 2020. Web. 05.06.2024. <https://resources.today/PDF/10ECOR420.pdf>. (In Rus.)

14. Ryabov G. A., Artemyeva I. V. The role of low-emission coal technologies in Asia. *Energy Industry Abroad*, no. 3, pp. 2–27, 2023. Web. 05.06.2024. <http://www.energetik.energy-journals.ru/ezr/index.php/EZR/article/view/435>. (In Rus.)

15. Ryabov G. A. Co-combustion of biomass and fossil fuels – the way to decarbonization of heat and electricity production. *Thermal Power Engineering*, no. 6, pp. 3–15, 2022. Web. 05.06.2024. <https://sciencejournals.ru/viewarticle/?j=tepen&y=2022&v=0&n=6&a=TepEn2206005Ryabov>. (In Rus.)

16. Takaishvili L. Coal of the eastern regions of Russia in the fuel supply of power plants. *Energy Policy*, no. 3, 2023. Web. 05.06.2024. <https://cyberleninka.ru/article/n/ugol-vostochnyh-renionov-rossii-v-toplivosnabzhenii-elektrostantsiy>. (In Rus.)

17. Khokhlov A., Melnikov Yu. Coal generation: new challenges and opportunities. Moscow: Skolkovo, 2019. 84 p. Web. 05.06.2024. <https://www.bigpowernews.ru/research/docs/document86983.phtml>. (In Rus.)

18. Shamray E. I., Taskin A. V., Ivannikov S. I., Yudakov A. A. Investigation of the possibilities of integrated waste processing of enterprises of the Primorsky Territory. *Modern High-Tech Technologies*, no. 3, pp. 68–75, 2017. Web. 05.06.2024. <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=36618>. (In Rus.)

19. Bruce C., Jacobs B., Giannaris S., Hardy B. Learning by doing: the cost reduction potential for CCUS at coal-fired power plants. Web. 05.06.2024. [https://CCUSknowledge.com/pub/CIAB_Report_LessonsByDoing_CCUS_onCoal_Nov2019\(1\).pdf](https://CCUSknowledge.com/pub/CIAB_Report_LessonsByDoing_CCUS_onCoal_Nov2019(1).pdf). (In Eng.)

20. Feron P., Cousins A., Jiang K. Towards Zero Emissions from Fossil Fuel Power Stations. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, no. 5, pp. 188–202, 2019. Web. 05.06.2024. https://www.researchgate.net/publication/334840646_Towards_Zero_Emissions_from_Fossil_Fuel_Power_Stations. (In Eng.)

21. Janowczyk D., Giannaris S., Hill K., Jonathan Ruffinib J., Jacobsa B., Fenga Yu., Srisanga W., Bruce C. Derates and Outages Analysis – A Diagnostic Tool for Performance Monitoring of SaskPower's Boundary Dam Unit 3 Carbon Capture Facility. 15th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies GHGT-15. Abu Dhabi, UAE, 2021. 13 p. Web. 05.06.2024. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3820207. (In Eng.)

22. Kelsall G., Baruya P. The role of low emission technologies in net zero Asia future, International Centre for Sustainable Carbon. IEA. 2022. Web. 05.06.2024. <https://sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=363&paperid=10072825>. (In Eng.)

23. Sharma V., Akhai S. Trends in utilization of coal fly ash in India: A review. Journal of Engineering Design and Analysis, no. 2, pp. 12–16, 2019. Web. 05.06.2024. https://www.academia.edu/46689412/Trends_in_Utilization_of_Coal_Fly_Ash_in_India. (In Eng.)

Информация об авторах

Сидорова Галина Петровна, д-р техн. наук, проф. каф. прикладной геологии и технологии геологической разведки, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; druja@inbox.ru. Область научных интересов: геоэкология и геотехнология горного производства.

Маниковский Павел Михайлович, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры открытых горных работ, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; manikovskiymp@yandex.ru. Область научных интересов: геотехнология и геоэкология, математическое моделирование месторождений ТПИ, моделирование угольных и рудных месторождений, ГИС, САПР, геологическое моделирование.

Гущина Татьяна Олеговна, канд. техн. наук, главный специалист-эксперт отдела по надзору за открытой угледобычей и обогащению углей, Управление по надзору в угольной промышленности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), г. Москва, Россия; tanyshkaguchina@inbox.ru. Область научных интересов: геотехнология и геоэкология горного производства.

Information about the authors

Sidorova Galina P. – doctor of technical sciences, professor, Applied Geology and Geological Exploration Technology department, Transbaikal State University, Chita, Russia; druja@inbox.ru. Research interests: geoecology and geotechnology of mining.

Manikovskiy Pavel M. – candidate of technical sciences, senior lecturer, Open-pit Mining department, Transbaikal State University, Chita, Russia; manikovskiymp@yandex.ru. Research interests: geotechnology and geoecology, mathematical modeling of solid mineral deposits, modeling of coal and ore deposits, GIS, CAD, geological modeling.

Gushchina Tatyana O. – candidate of technical sciences, chief specialist-expert, Supervision of Open-pit Coal Mining and Coal Preparation department, Directorate for Supervision in the Coal Industry of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision (Rostekhnadzor), Moscow, Russia; tanyshkaguchina@inbox.ru. Research interests: geotechnology and geoecology of mining.

Вклад авторов в статью

Сидорова Г. П. – сбор и обработка материалов, библиографии, анализ полученных в результате исследования материалов, разработка методологии исследования, написание текста.

Маниковский П. М. – сбор и обработка результатов исследований, построение схем и графиков, написание текста.

Гущина Т. О. – сбор и обработка результатов исследований, построение схем и графиков, написание текста.

Authors' contribution to the article

Sidorova G. P. – collection and processing of materials, bibliographies, analysis of materials obtained as a result of the research, development of research methodology, writing the text.

Manikovskiy P. M. – collection and processing of research results, construction of diagrams and graphs, writing text.

Gushchina T. O. – collection and processing of research results, construction of diagrams and graphs, writing text.

Для цитирования

Сидорова Г. П., Маниковский П. М., Гущина Т. О. Перспективы угольной генерации // Вестник Забайкальского государственного университета. 2024. Т. 30, № 3. С. 38–48. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-38-48.

For citation

Sidorova G. P., Manikovskiy P. M., Gushchina T. O. Prospects for Coal Generation // Transbaikal State University Journal. 2024. Vol. 30, no. 3. P. 38–48. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-38-48.

Научная статья
 УДК 911.9
 ББК 26
 DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-49-57

Городские поселения Дальнего Востока в итогах десятилетнего приоритета демографии

Андрей Александрович Томских

Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия
 tomskih_aa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2741-2561>

Информация о статье

Поступила в редакцию
 12.03.2024

Одобрена после
 рецензирования 09.07.2024

Принята к публикации
 06.08.2024

Ключевые слова:

города, городские поселения, городские кластеры, региональная политика, демография, миграция, демографическая ситуация, точки роста, центр-периферия, ядро-периферия

В последнее десятилетие проблемы социально-экономического развития Дальнего Востока становятся особым геополитическим фактором. Президентом России обозначен общий тренд развития страны – поворот на восток. В регион вкладываются значительные финансовые и управленческие ресурсы. Важнейшим фактором развития территории объявлен демографический рост населения через улучшение качества жизни людей в широкой его трактовке. В настоящее время можно констатировать недостижение данного показателя в большинстве субъектов, исключением стала лишь 1/5 точечных территорий. Объект исследования – городские поселения Дальнего Востока в их территориальном развитии. Предмет исследования – численность населения городских поселений как фактор территориального развития. Цель исследования – проанализировать факторы точек роста городов и исследовать выработку перспективных решений для улучшения демографической ситуации. Задачи исследования: анализ динамики численности населения дальневосточных городов и приравненных к ним территорий; типизация факторов формирования населения городских территорий; разработка предложений для их устойчивого развития. Сделан вывод о недостаточных мерах по улучшению демографической ситуации Дальнего Востока. Территории региона развиваются неравномерно, а неравенство между собой и с европейской частью страны сглаживается слишком медленно, что приводит к ещё большему отставанию периферии от федеральных и региональных центров. Всё это отражается, прежде всего, на миграции населения, которая является многие годы отрицательной. Предлагается кроме общих мер региональной политики, создания рабочих мест в регионе обратить внимание на занятость населения в городах, причём не только в сервисной деятельности. Среди них рабочие места в новых индустриальных «городских кластерах» как точках роста и модернизации региона, якорных территориях для трудоспособного населения. Фактически речь идёт о новой индустриализации и реальных рабочих местах. Методология исследования строится на базе концепции «центр-периферия» («ядро-периферия») и метода типологии. Используются отраслевые научные методы: картографические, статистический и сравнительный.

Original article

Urban Settlements of the Far East in the Results of the Ten-Year Priority of Demography

Andrey A. Tomskikh

Transbaikal State University, Chita, Russia
 tomskih_aa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2741-2561>

Information about the article

Received 13 March 2024

Approved after review
 9 July 2024

Accepted for publication
 6 August 2024

In the last decade, the problems of socio-economic development of the Far East have acquired a special geopolitical factor. The President of Russia has outlined the general trend of the country's development – a turn to the east. Significant financial and managerial resources are being invested in the region. The most important factor in the development of the territory is declared to be demographic population growth through improving the quality of life of people in its broadest interpretation. Today we can state that this indicator has not been achieved in most regions, with the exception of only a fifth of the targeted territories. The object of the study is the urban settle-

ments of the Far East in their territorial development; the subject of the study is the population of urban settlements as a factor of territorial development. The purpose of the study is to analyze the factors of urban growth points and explore the development of promising solutions to improve the demographic situation. Objectives of the study: analysis of population dynamics in Far Eastern cities and similar territories; typification of factors in the formation of the population of urban areas; development of proposals for their sustainable development. It is concluded that there are insufficient measures to improve the demographic situation of the Far East. The territories of the region are developing unevenly, inequality among themselves and with the European part of the country, is smoothed out too slowly, which leads to an even greater lag of the periphery from the federal and regional centers. All this is reflected, first of all, in population migration, which has been negative for many years. In addition to general regional policy measures and job creation in the region, it is proposed to pay attention to employment in cities, and not only in service activities. These are jobs in new industrial "urban clusters", as points of growth and modernization of the region, anchor territories for the working population. In fact, we are talking about new industrialization and real jobs. The research methodology is based on the concept of "center-periphery" ("core-periphery") and the typology method. Industry scientific methods are used: cartographic, statistical and comparative

Keywords:

cities, urban settlements, city clusters, regional policy, demography, migration, demographic situation, growth points, center-periphery, core-periphery

Введение. В 2013 г. Президент РФ назвал развитие Дальнего Востока (далее – ДВ) приоритетным направлением. ДВ – это 41 % территории России с огромными запасами природных ресурсов. Для его развития за прошедшие 10 лет принято 75 федеральных законов и 442 акта правительства России. Как считают власти, создана целостная система управления развитием территории, возникли новые инструменты: ТОРы (далее – территории опережающего развития), дальневосточный гектар, свободный порт Владивосток, специальный административный район, осуществляются развитие социальной инфраструктуры, реновация городов, действуют дальневосточная концессия и ипотека. За прошедший период привлечено 3,4 трлн р. инвестиций (в 3 раза больше, чем в РФ), запущено 673 предприятия, создано 125 тыс. рабочих мест. В планах до 2030 г. объём инвестиций увеличить до 10,5 трлн р., в том числе построить 1700 предприятий и создать 230 тыс. рабочих мест. Приоритетом дальнейшего развития ДВ выбрано качество жизни¹, что уже привело к констатации снижения темпов оттока населения с территории² [15; 16].

¹ Чекунков А. О. Программы социального развития. Восточный экономический форум. – URL: <https://youtu.be/6IXdcsxSR6Y?si=TvIHWjngucqTINy6c> (дата обращения: 12.02.2024). – Текст: электронный.

² Совфеду озвучили планы развития Дальнего Востока до 2030 г. – URL://Совфеду озвучили планы развития Дальнего Востока до 2030 года | ТЕЛЕПОРТ.РФ (teleport2001.ru) (дата обращения: 12.02.2024). – Текст: электронный; Трутнев Ю.П. Результаты работы развития Дальнего Востока за 10 лет // Восточный экономический форум: [офич. сайт]. – URL: <https://youtu.be/6IXdcsxSR6Y?si=TvIHWjngucqTINy6c> (дата обращения: 12.02.2024). – Текст: электронный.

Объект исследования – городские поселения Дальнего Востока в их территориальном развитии.

Предмет исследования – численность населения городских поселений как фактор территориального развития.

Цель исследования – проанализировать факторы точек роста городов и выработать перспективные решения для улучшения демографической ситуации.

Задачи исследования: анализ динамики численности населения дальневосточных городов и приравненных к ним территорий; типизация факторов формирования населения городских территорий; разработка предложений для их устойчивого развития.

Актуальность исследования. Городские поселения регионов определяют возможности развития и роста экономики территорий. Динамика численности населения в них показывает успешность федеральной и региональной политики. Её анализ применительно к Дальневосточному федеральному округу – важнейшая экономико-географическая задача, преследующая выявление факторов региональных различий и неравномерности развития территорий.

Разработанность темы исследования. Тема городских поселений Дальнего Востока представлена в работах учёных МГУ (Н. В. Зубаревич [3; 4]), Института экономики Дальнего Востока (С. А. Кравчук, Е. Л. Мотрич), многих зарубежных авторов, исследующих в основном проблему неравенства развития поселений западных районов и восточных, причину отрицательной миграции населения с востока на запад, потери населения Дальнего Востока. В рамках темы мы

рассматриваем вопросы положительной динамики в населённых пунктах, представленные в изысканиях за последние 10 лет, что позволяет выстроить методологию исследования в части положительного прироста населения, связанного с новой индустриализацией данных территорий.

Методология исследования. Методология исследования строится на базе концепции «центр-периферия» («ядро-периферия») [2; 14] и метода типологии [4; 5]. Кроме того, используются отраслевые научные методы: картографические, статистический и сравнительный.

Результаты исследования и их обсуждение. Несомненно, важнейшим фактором развития городов Дальнего Востока была и остаётся историческая принадлежность к каркасу расселения. По материалам А. Г. Мазаева, города Дальнего Востока более всего «успешны в развитии» в составе агломераций (Хабаровской, Владивостокской, Южно-Сахалинской, Якутской) и транспортном коридоре вдоль трассы Транссиба [7; 12].

Однако исследования М. В. Фомина и Т. Р. Мирязова [13] показывают, что необходимо обратить внимание на «вторые» и «третьи» города с точки зрения «точек роста», «зон равновесия» и «депрессивных территорий». Наше исследование ориентировано в основном на «точки роста» и их динамику за десятилетний период.

В нашу выборку попали 168 городских поселений из 11 регионов ДФО, в том числе из их центров. Для их типологии воспользуемся подразделением Н. В. Зубаревич [5] в рамках центр-периферийной модели: «Первая Россия», города миллионники и свыше 250 тыс. человек, 5 городов; «Вторая Россия», города свыше 20–30 и до 250 тыс. человек, 27 городов; «Третья Россия», города с менее 20–30 тыс. человек, 136 городских поселений. Данная типология городских поселений хорошо укладывается в их иерархию и характеризует социальные различия.

Численность населения Дальнего Востока, как показано на рисунке, за последние 10 лет, несмотря на применяемые меры, не выросла, а снижение составило 5,2 %. Однако это значительно лучше в динамике, чем за 1992–2012 гг. – 19,6 % (табл. 1). Однако это низкий уровень демографиче-

ской устойчивости [1; 6]¹. Только 2 субъекта Дальневосточного федерального округа (далее – ДФО) демонстрируют относительно устойчивый рост населения: Республика Бурятия и Республика Саха (Якутия). Динамика Республики Бурятия обусловлена, прежде всего, ростом численности региональной столицы Улан-Удэ на протяжении 30 лет за счёт миграции из сёл и малых городов, в том числе из соседних регионов с компактным проживанием бурят. В Якутске же сыграл фактор значительного роста экономических показателей, достигнутых в регионе за счёт крупных предприятий добывающих отраслей и появившихся после этого региональных возможностей поддержки социальных программ.

Среди городов-регионов нет городов-миллионников. Роль последнего примеряют к «Большому Владивостоку», включающему остров Русский, г. Уссурийск, Фокино, Находку и Большой Камень², который позиционируют как федеральный, научный, финансовый и логистический центр Азиатского макрорегиона. Несмотря на серьёзные федеральные финансовые потоки за десятилетний период, численность населения ещё далека от проектной до 2030 г. и показателей советского времени [8–10].

Остальные центры субъектов имеют менее ясные перспективы развития. Как мы представляем, они могут расти лишь за счёт мощных федеральных вливаний и региональных миграций внутри своих субъектов от периферии к местному центру, что и происходит. Мастер-планы этих городов в основном сосредоточены на развитии социальной и логистической инфраструктуры [11]. В них практически нет новых якорных производств для закрепления населения³. Для двух из них – Благовещенска и Хабаровска – положительную роль, как прежде, будут играть приграничное положение к Китаю и поворот России на восток.

¹ Результаты социально-экономического развития регионов Дальнего Востока в 2023 г. и прогнозный период до 2026 г. – Текст: электронный // Восточный центр государственного планирования. – URL: rezultati_ser_regionov_dfo_v_2023_do_2026.pdf (дата обращения: 12.02.2024).

² 25 городов. Новый облик городов Дальнего Востока // Стратегические мастер-планы городов Дальнего Востока. – Текст: электронный. – URL: Новый облик городов Дальнего Востока <http://xn--25-ficdf3dabp.xn--p1ai> (дата обращения: 12.02.2024).

³ Там же.

Таблица 1 / Table 1

Динамика численности населения ДФО в разрезе субъектов и административных центров / Population dynamics of the Far Eastern Federal District by region and administrative centers

Численность населения 1992/2012/2022 гг., чел./ Population 1992/2012/2022, people	Численность населения городов, 1990/2012/2022(2023) гг. / Population of cities, 1990/2012/2022(2023) Менее 20 000–30 000 чел. / Less than 20,000–30,000 people		
	Более 250 000 чел. / More than 250,000 people	20 000–30 000 до 250 000 чел. / 20,000–30,000 to 250,000 people	20 000–30 000 до 250 000 чел. / 20,000–30,000 to 250,000 people
Амурская область, 1048649/821573/763570 / Amur region, 1048649/821573/763570		Благовещенск** 210 219/221136/246987 / Blagoveshchensk** 210 219/221136/246987	
Еврейская автономная область, 220231/174412/149580 / Jewish Autonomous Region, 220231/174412/149580		Биробиджан** 86 700/76203/68536 / Birobidzhan** 86 700/76203/68536	
Забайкальский край, 1307810/1099396/992429 / Transbaikal region, 1307810/1099396/992429	Чита** 377000/327423/333 679 / Chita** 377000/327423/333 679		
Камчатский край, 475987/320156/292574 / Kamchatka Krai, 475987/320156/292574		Петропавловск-Камчатский** 272600/179784/164900 / Petropavlovsk- Kamchatsky** 272600/179784/164900	
Магаданская область, 365 311/154 485/135 907 / Magadan Region, 365 311/154 485/135 907		Магадан**152000/95463/90757 / Magadan**152000/95463/90757	
Приморский край, 2314531/1950483/1841961 / Primorsky Krai, 2314531/1950483/1841961	Владивосток** 648000/597476/597237 / Vladivostok** 648000/597476/597237		
Республика Бурятия, 1052030/971391/977951 / The Republic of Buryatia, 1052030/971391/977951	Улан-Удэ** 366 000/411646/436138 / Ulan-Ude** 366 000/411646/436138		
Республика Саха (Якутия), 1094065/958928/997565 / Republic of Sakha (Yakutia), 1094065/958928/997565	Якутск** 198 000/278406/361154 / Yakutsk** 198 000/278406/361154		
Сахалинская область, 714320/495402/466009 / Sakhalin region, 714320/495402/466009		Южно-Сахалинск**164800/186267/180467 / Yuzhno-Sakhalinsk**164800/186267/180467	
Хабаровский край, 1597743/1343869/1298978 / Khabarovsk region, 1597743/1343869/1298978	Хабаровск** 614600/585556/617168 / Khabarovsk** 614600/585556/617168		

Окончание табл. 1 / End the table 1

Численность населения 1992/2012/2022 гг., чел. / Population 1992/2012/2022, people	Численность населения городов, 1990/2012/2022(2023) гг. / Population of cities, 1990/2012/2022(2023)	
	Более 250 000 чел. / More than 250,000 people	Менее 20 000–30 000 чел. / Less than 20,000–30,000 people
Чукотский автономный округ, 147930/50988/47906 / Chukotka Autonomous District, 147930/50988/47906		Анадырь**16500/13529/12 998 / Anadyr**16500/13529/12 998
ДФО, 10371557/8336620/7903864* / Far Eastern Federal District, 10371557/8336620/7903864*	5 городов, 29,7 % населения / 5 cities, 29.7 % of the population	136 городов, пгт, 43,8 % населения / 136 cities, towns, 43.8 % of the population

Примечание. Источник: данные Росстата РФ;

* – с Республикой Бурятией и Забайкальским краем; ** – мастер-план утверждён.

Благовещенск – положительный прирост населения; Биробиджан – отрицательный прирост населения.

Таблица 2 / Table 2

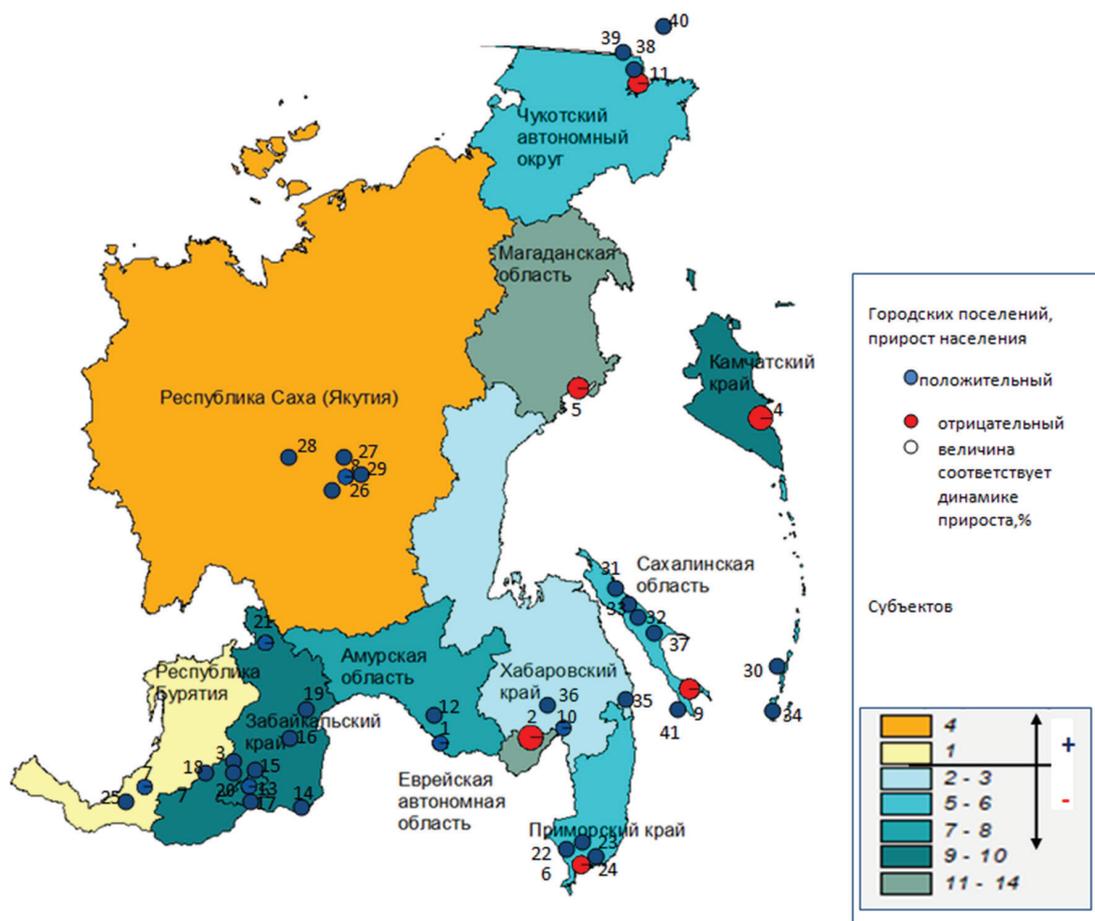
Факторы роста населения городских поселений Дальнего Востока / Factors of population growth in urban settlements of the Far East

Субъекты ДФО	Численность населения городов/пгт, 1990/2012/2022(2023) год		Фактор / Factor
	20 000–30 000 до 250 000 чел. / 20,000–30,000 to 250,000 people	Менее 20 000–30 000 чел. / Less than 20,000–30,000 people	
Амурская область / Amur region		Циolkовский 5686/5970/7429 / Tsiolkovsky 5686/5970/7429	Космодром «Восточный» / Vostochny Cosmodrome
Забайкальский край / Transbaikal region		Ачинское 9286/16 302/17 898 / Aginskoye 9286/16 302/17 898 Забайкальск 8632/12221/13445 / Zabaikalsk 8632/12221/13445 Могойтуй 7276/10 759/10 809 / Mogoituy 7276/10 759/10 809 Нерчинск 17000/14912/15290 / Nerchinsk 17000/14912/15290 Ясногорск 7546/8473/8493 / Yasnogorsk 7546/8473/8493 Дровяная 12 660/2875/2971 / Wood-burning 12 660/2875/2971 Чернышевск 16204/13213/13670 / Chernyshevsk 16204/13213/13670 Атамановка 10269/10543/11014 / Atamanovka 10269/10543/11014 Новая Чара 8787/4232/4238 / New Chara 8787/4232/4238	Космодром «Восточный» / Vostochny Cosmodrome Центр Ачинского бурятского округа / Railway station, checkpoint in China Ж. д. станция, пункт пропуска в КНР / Center of the Aginsky Vuyat District Ж. д. станция на пути в Китай / Railway station on the way to China Межрайонный оптовый центр / Interdistrict wholesale center Интер РАО «Харанорская ГРЭС» / Inter RAO "Kharanorskaya GRES" Гарнизон / Garrison Узел железнодорожных линий / Railway lines junction Пригород краевого центра / Suburb of the regional center Ж. д. станция, УС «Удоканская медь» / Railway station, UC "Udokan Copper"

Окончание табл. 2 / End the table 2

Субъекты ДФО	Численность населения городов/пгт, 1990/2012/2022(2023) год		Фактор / Factor
	20 000–30 000 чел. / 20,000 to 30,000 people	Менее 20 000–30 000 чел. / Less than 20,000–30,000 people	
Приморский край / Primorsky Krai	Уссурийск*161000/161841/179862 / Ussuriysk*161000/161841/179862 Арте́м*70200/102757/108690 / Artem*70200/102757/108690 Большой Камень*68000/39469/41825 / BigStone*68000/39469/41825	Ж. д. узел, переход в КНР, гарнизон / Railway junction, transition to China, garrison Промышленный и транспортный узел / Industrial and transport hub ДВЗ «Звезда» / DVZ "Zvezda"	
Республика Бурятия / The Republic of Buryatia	Гусиноозерск30500/24099/24415 / Gusinoozersk30500/24099/24415	Интер РАО «Гусиноозерская ГРЭС» / Inter RAO «Gusinoozerskaya GRES»	
Республика Саха (Якутия) / The Republic of Sakha (Yakutia)	Покровск9283/9325/11 991 / Pokrovsk9283/9325/11 991 Жатай8152/9607/10467 / Zhatai8152/9607/10467 Нюрба 11 934/9976/10 055 / Nyurba 11 934/9976/10 055 Нижний Бестях3997/3523/5139 / Nizhny Bestyakh3997/3523/5139	Промышленный центр, переправа / Industrial center, crossing Судоремонтный завод / Shipyard «Алроса-Нюрба», транспортный узел / "Alrosa-Nyurba", transport hub Крупный транспортный узел / Major transport hub	
Сахалинская область / Sakhalin region	Анива 8905/9148/9626 / Aniva 8905/9148/9626 Курильск 2699/1961/2537 / Kurilsk 2699/1961/2537 Ногики 11546/10 204/10 518 / Nogiki 11546/10 204/10 518 Поронайск 26100/15768/15953 / Poronaysk 26100/15768/15953 Смирных 9693/7285/8293 / Smirnykh 9693/7285/8293 Тымовское 10869/7787/8721 / Tymovskoye 10869/7787/8721 Южно-Курильск 6344/6249/7033 / Yuzhno-Kurilsk 6344/6249/7033	Пищевая промышленность, рыболовство / Food industry, fishing «Гидрострой», рыболовство / "Gidrostroy", fishing «ННК-Сахалинморнефтегаз», ГЭС / "NNK-Sakhalinmorneftegaz", HPP Ж. д. станция, лесная промышленность / Railway station, timber industry Ж. д. станция / Railway station Транспортный узел / Transport node «Южно-Курильский рыбокомбинат», гарнизон / "South Kuril Fish Factory", garrison	
Хабаровский край / Khabarovsk region	Ванино 21600/16692/17142 / Vanino 21600/16692/17142 Новый Ургал 9100/6710/7210 / New Urgal 9100/6710/7210	Морской порт / Sea port Ж. д. станция, локомотивное депо / Railway station, locomotive depot	
Чукотский автономный округ / Chukotka Autonomous District	Угольные Копи 12357/3487/3654 / Coal Mines 12357/3487/3654 Эвекинот 5478/2756/3113 / Evgekinot 5478/2756/3113 Провидение 5432/2008/2212 / Providence 5432/2008/2212	Добыча бурого угля / Brown coal mining Морской порт / Sea port Морской порт / Sea port	

Примечание. Источник: данные Росстата РФ.
Циолковский – положительный прирост населения, 14912 – отрицательный прирост населения. * мастер-план утверждён.



Точки роста городского населения Дальнего Востока

Центры субъектов: 1 – Благовещенск; 2 – Биробиджан; 3 – Чита; 4 – Петропавловск-Камчатский; 5 – Магадан; 6 – Владивосток; 7 – Улан-Удэ; 8 – Якутск; 9 – Южно-Сахалинск; 10 – Хабаровск; 11 – Анадырь.

Городские поселения с положительным приростом населения: 12 – Циолковский; 13 – Агинское; 14 – Забайкальск; 15 – Могойтуй; 16 – Нерчинск; 17 – Ясногорск; 18 – Дровяная; 19 – Чернышевск; 20 – Атамановка; 21 – Новая Чара; 22 – Уссурйск; 23 – Артем; 24 – Большой Камень; 25 – Гусиноозерск; 26 – Покровск; 27 – Жатай; 28 – Нюрба; 29 – Нижний Бестях; 30 – Курильск; 31 – Ноглики; 32 – Смирных; 33 – Тымовское; 34 – Южно-Курильск; 35 – Ванино; 36 – Новый Ургал; 37 – Анива; 38 – Угольные Копи; 39 – Эгвекинот; 40 – Провидение; 41 – Поронайск /

Points of growth of the urban population of the Far East

Centers of the subjects: 1 – Blagoveshchensk; 2 – Birobidzhan; 3 – Chita; 4 – Petropavlovsk-Kamchatsky; 5 – Magadan; 6 – Vladivostok; 7 – Ulan-Ude; 8 – Yakutsk; 9 – Yuzhno-Sakhalinsk; 10 – Khabarovsk; 11 – Anadyr. Urban settlements with positive population growth: 12 – Tsiolkovskiy; 13 – Aginskoye; 14 – Zabaikalsk; 15 – Mogoituy; 16 – Nerchinsk; 17 – Yasnogorsk; 18 – Drovyanaya; 19 – Chernyshevsk; 20 – Atamanovka; 21 – Novaya Chara; 22 – Ussuriysk; 23 – Artem; 24 – Bolshoy Kamenn; 25 – Gusinoozersk; 26 – Pokrovsk; 27 – Zhatai; 28 – Nyurba; 29 – Nizhny Bestyakh; 30 – Kurilsk; 31 – Nogliki; 32 – Smirnykh; 33 – Tymovskoye; 34 – Yuzhno-Kurilsk; 35 – Vanino; 36 – NewUrgal; 37 – Aniva; 38 – CoalMines; 39 – Egvekinot; 40 – Providence; 41 – Poronaik

Вместе с административными центрами субъектов только 35 городских поселений или 20,8 % увеличили свою численность населения за последние 10 лет приоритета региона. Факторы, повлиявшие на эти процессы, отражены в табл. 2. Прежде всего, к ним отнесём: прямые государственные инвестиции (Циолковский, Дровяная, Артем, Большой Камень, Южно-Курильск); развитие Северного морского пути (Ванино, Эгвекинот, Провидение, Угольные Копи); инвестиции крупных корпо-

раций (Ясногорск, Новая Чара, Чернышевск, Гусиноозерск, Жатай, Нюрба, Курильск, Ноглики); приграничное положение (Забайкальск, Уссурйск); комплекс факторов (Агинское, Могойтуй, Нерчинск, Атамановка, Покровск, Нижний Бестях, Анива, Поронайск, Смирных, Тымовское, Южно-Курильск, Новый Ургал).

Выводы. Стало ли последнее десятилетие приоритета прорывным в решении демографической политики страны на Дальнем Востоке? Мы считаем, что в настоящее время

можно говорить лишь о попытках найти такие инструменты. В целом, ряд мер, чаще всего связанных с прямыми государственными инвестициями в отдельные точки, приносят эффект, однако пока они не носят характер продуманного и эффективного механизма управления размещением населения на долгосрочный период, особенно для моногоро-

дов с численностью менее 30 тыс. чел. Как показывает наше исследование, необходим комплексный синхронизированный подход к развитию данных городских поселений, т. е. то, что называется реализацией частно-государственного партнёрства, с ясным определением государственных приоритетов для данной территории.

Список литературы

1. Бурлаев Е. А., Дьяченко В. Н., Мотрич Е. Л., Фещенко Н. В. Население Дальнего Востока России: проблемы и тенденции / под ред. П. А. Минакира. Хабаровск: ИЭИ ДВО РАН, 2018. 71 с.
2. Грицай О. В., Иоффе Г. В., Трейвиш А. И. Центр и периферия в региональном развитии / отв. ред. Г. А. Приваловская. М.: Наука, 1991. 167 с.
3. Зубаревич Н. В. Возможности и ограничения количественной оценки факторов экономического развития российских регионов // Журнал НЭА. 2020. № 2. С. 158–167.
4. Зубаревич Н. В. Неравенство регионов и крупных городов России: что изменилось в 2010-е годы? // Общественные науки и современность. 2019. № 4. С. 57–70.
5. Зубаревич Н. В. Современная Россия: география с арифметикой // Отечественные записки. 2012. № 46. С. 55–71.
6. Кравчук С. А., Мотрич Е. Л. Демографический потенциал как фактор социально-экономического развития и пограничной безопасности СССР на Дальнем Востоке в 1950–1970-е годы // Проблемы Дальнего Востока. 2008. № 4. С. 80–89.
7. Мазаев А. Г. Особенности, динамика и перспективы развития городов Дальнего Востока // Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. 2022. № 4. С. 15–20.
8. Мотрич Е. Л. Население Дальневосточного федерального округа: реалии и перспективы // Регионалистика. 2020. Т. 7, № 2. С. 64–71.
9. Найден С. Н. Формирование постоянного населения в опорных городах Приморского края и южной зоны Дальнего Востока. Текст: электронный // Власть и управление на Востоке России. 2014. № 69. URL: <http://www.allbest.ru> (дата обращения: 14.02.2024).
10. Рыбаковский Л. Л. Народонаселение Дальнего Востока за 100 лет. М.: Наука, 1969. 125 с.
11. Украинский В. Н. Города в системе расселения Юга Дальнего Востока: выбор исследовательского инструментария // Пространственная экономика. 2024. Т. 20, № 1. С. 93–121.
12. Фомин М. В., Безвербный В. А. Пространственный каркас Сибири и Дальнего Востока России в условиях демографического сжатия: «вторые» и «третьи» города // Научное обозрение. Серия 2. Гуманитарные науки. 2018. № 6. С. 33–53.
13. Фомин М. В., Мирязов Т. Р. Сценарии развития систем расселения Сибири и Дальнего Востока России до 2030 года // Народонаселение. 2021. Т. 24, № 3. С. 105–122.
14. Friedmann J. regional development policy: a case study of Venezuela. MIT Press, 1966.
15. Hirofumi A. New instruments attracting investment into the Russian Far East: Preliminary assessment // Spatial Economics. 2019. Vol. 15, no. 1. P. 157–169.
16. Min J., Kang B. Promoting new growth: Advanced special economic zones in the Russian Far East // Russia's turn to the East: Domestic policymaking and regional cooperation / H. Blakkisrud, E. W. Rowe. London: Palgrave Macmillan, 2018. P. 51–74.

References

1. Burlaev E. A., Dyachenko V. N., Motrich E. L., Feshchenko N. V. Population of the Russian Far East: problems and trends / ed. by P. A. Minakir. Khabarovsk: IEI FEB RAS, 2018. 71 p. (In Rus.)
2. Griksai O. V., Ioffe G. V., Trayvish A. I. Center and periphery in regional development / ed. G. A. Privalovskaya. M.: Nauka, 1991. 167 p. (In Rus.)
3. Zubarevich N. V. Possibilities and limitations of quantitative assessment of factors of economic development of Russian regions. Journal of NEA, no. 2. pp. 158–167, 2020. (In Rus.)
4. Zubarevich N. V. Inequality of regions and large cities of Russia: What has changed in the 2010s? Social Sciences and Modernity, no. 4, pp. 57–70, 2019. (In Rus.)
5. Zubarevich N. V. Modern Russia: geography with arithmetic. Domestic Notes, no. 46, pp. 55–71, 2012. (In Rus.)
6. Kravchuk S. A., Motrich E. L. Demographic potential as a factor of socio-economic development and border security of the USSR in the Far East in the 1950s-1970s. Problems of the Far East, no. 4, pp. 80–89, 2008. (In Rus.)

7. Mazaev A. G. Features, dynamics and prospects of development of cities of the Far East. Academic Bulletin of URALNIIPROEKT RAASN, no. 4, pp. 15–20, 2022. (In Rus.)
8. Motrich E. L. Population of the Far Eastern Federal District: realities and prospects. Regionalism, vol. 7, no. 2, pp. 64–71, 2020. (In Rus.)
9. Found S. N. Formation of permanent population in the main cities of Primorsky Krai and the southern zone of the Far East. Power and Management in the East of Russia, no. 69, 2014. Web. 14.02.2024. <http://www.allbest.ru>. (In Rus.)
10. Rybakovsky L. L. Population of the Far East for 100 years. Moscow: Nauka, 1969. 125 p. (In Rus.)
11. Ukrainsky V. N. Cities in the settlement system of the South of the Far East: the choice of research tools. Spatial Economics, vol. 20, no. 1, pp. 93–121, 2024. (In Rus.)
12. Fomin M. V., Bezverbny V. A. The spatial framework of Siberia and the Russian Far East in the context of demographic compression: «second» and «third» cities. Scientific Review. Series 2. Humanities, no. 6, pp. 33–53, 2018. (In Rus.)
13. Fomin M. V., Miryazov T. R. Scenarios for the development of settlement systems in Siberia and the Russian Far East until 2030. Population, vol. 24, no. 3, pp. 105–122, 2021. (In Rus.)
14. Friedmann J. regional development policy: a case study of Venezuela. MIT Press, 1966. (In Eng.)
15. Hirofumi A. New instruments attracting investment into the Russian Far East: Preliminary assessment. Spatial Economics, vol. 15, no. 1, pp. 157–169, 2019. (In Eng.)
16. Min J., Kang B. Promoting new growth: Advanced special economic zones in the Russian Far East. Russia's Turn to the East: Domestic Policymaking and Regional Cooperation / H. Blakkisrud, E. W. Rowe. London: Palgrave Macmillan, 2018. P. 51–74. (In Eng.)

Информация об авторе

Томских Андрей Александрович, д-р геогр. наук, доцент, профессор кафедры теории и методики профессионального образования, сервиса и технологий, директор, профессор кафедры экономики и бухгалтерского учёта, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; tomskih_aa@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2741-2561>. Область научных интересов: территориальная организация научно-образовательных структур, региональная экономика, географические аспекты качества жизни.

Information about the author

Tomskikh Andrey A., doctor of geographical sciences, associate professor, Theory and Methods of Professional Education, Service and Technologies department, professor, Economics and Accounting department, director of the Institute of educational development Management, Transbaikal State University, Chita, Russia; tomskih_aa@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2741-2561>. Research interests: territorial organization of scientific and educational structures, regional economy, geographical aspects of quality of life.

Для цитирования

Томских А. А. Городские поселения Дальнего Востока в итогах десятилетнего приоритета демографии // Вестник Забайкальского государственного университета. 2024. Т. 30, № 3. С. 49–57. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-49-57.

For citation

Tomskikh A. A. Urban Settlements of the Far East in the Results of the Ten-Year Priority of Demography // Transbaikal State University Journal. 2024. Vol. 30, no. 3. P. 49–57. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-49-57.

Научная статья
УДК 551.345, 536.5, 624.139
DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-58-69

Статистические характеристики данных температурного мониторинга грунтовых оснований фундаментов зданий города Салехарда за 2018–2023 годы как основа для автоматизации процесса первичной обработки данных

Александр Николаевич Шеин¹, Анна Александровна Башкова²

^{1,2}Научный центр изучения Арктики, г. Салехард, Россия

² Институт криосферы Земли Тюменского научного центра
Сибирского отделения Российской академии наук, г. Тюмень, Россия

¹ A.N.Shein@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6520-0551>,

² AABashkova@yanao.ru, <https://orcid.org/0009-0007-1489-0701>

Информация о статье

Поступила в редакцию
29.05.2024

Одобрена после
рецензирования 29.07.2024

Принята к публикации
06.08.2024

Ключевые слова:

термометрия, мерзлота,
многолетнемёрзлые
грунты, мониторинг,
свайный фундамент,
Арктика, Ямал,
объект капитального
строительства,
геотехническая
безопасность,
климатические изменения

В настоящее время Арктика представляет собой динамично развивающуюся территорию, на которой возведение и эксплуатация инфраструктуры осложнены наличием мёрзлых грунтов. Климатические изменения и антропогенные факторы отрицательно сказываются на их состоянии. В этой связи актуальны исследования текущего и прогнозного состояния мерзлоты в естественных и антропогенных условиях, что необходимо для формирования планов по адаптации к климатическим изменениям, проектных и изыскательных работ, управления рисками. Проведение мониторинга температурного режима грунтов в основании действующей инфраструктуры представляется наиболее очевидным решением для контроля состояния мерзлоты. Объект исследования – грунтовое основание зданий, возведённых на мёрзлых грунтах. Предмет исследования – данные, полученные с помощью системы автоматизированного контроля температуры грунтов оснований объектов капитального строительства в г. Салехарде. С целью выявления на ранних этапах негативных изменений в несущей способности мёрзлых грунтов решается задача определения набора критериев на основе анализа данных температурного мониторинга и их статистических характеристик. В г. Салехард в основании 30 зданий пробурены скважины на глубину заложения фундамента, куда смонтировано термометрическое оборудование. Датчики измеряют температуру грунтов каждые 3 ч и передают её на сервер для анализа. Как результат исследования, показана возможность использования амплитуды годовых колебаний температуры грунтового основания и мощности сезонно-талого слоя под зданием для оценки эффективности работы системы термостабилизации грунтов. Анализируя средние и максимальные значения температуры в основаниях объектов, можно выявлять объекты с ослабленными зонами. Приведён набор критериев для выявления объектов с негативными изменениями в мёрзлом грунтовом основании, а статистические характеристики могут послужить основой для автоматизации процесса обработки данных мониторинга. Получаемая информация о параметрах мёрзлых грунтов под зданиями позволит определить текущее состояние грунтовых оснований и спрогнозировать развитие ситуации с целью предотвращения разрушений инфраструктуры.

Благодарности: работа выполнена в рамках проекта Западно-Сибирского межрегионального научно-образовательного центра «Прогноз деградации мерзлоты и технология автоматизированного контроля несущей способности мёрзлых грунтов под объектами капитального строительства» при поддержке Правительства Ямало-Ненецкого автономного округа. Авторы выражают благодарности специалистам участка инженерных изысканий Научного центра изучения Арктики за создание мониторинговой инфраструктуры.

Original article

Statistical Characteristics of the Data of Temperature Monitoring of the Soil Bases of the Foundations of Buildings in Salekhard for 2018–2023 as a Basis for Automating the Process of Primary Data Processing

Alexander N. Shein¹, Anna A. Bashkova²

^{1,2}Arctic Research Center, Salekhard, Russia

²Institute of the Earth's Cryosphere, Tyumen Scientific Center, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

¹A.N.Shein@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6520-0551>

²AABashkova@yanao.ru, <https://orcid.org/0009-0007-1489-0701>

Information about the article

Received May 29, 2024

Approved after review
June 29, 2024

Accepted for publication
August 6, 2024

Keywords:

thermometry, permafrost, frozen soils, monitoring, pile foundation, Arctic, Yamal, capital construction facility, geotechnical safety, climate change

The Arctic today is a dynamically developing territory where the construction and operation of infrastructure are complicated by the presence of permafrost. Climatic changes and anthropogenic factors have a negative impact on their condition. In this regard, studies of the current and forecast state of permafrost in natural and anthropogenic conditions are relevant, which is necessary for the formation of plans for adaptation to climate change, design and engineering surveys work, and risk management. Monitoring the temperature regime of soils at the base of the existing infrastructure seems to be the most obvious solution for monitoring the state of permafrost. The object of the study is the soil foundation of buildings erected on permafrost. The subject of the study is data obtained using an automated soil temperature control system for the foundations of capital construction facilities in Salekhard. For the purpose of identifying negative changes in the bearing capacity of permafrost at early stages, the task of determining a set of criteria based on the analysis of temperature monitoring data and their statistical characteristics is solved. In Salekhard wells were drilled at the base of 30 buildings to the depth of the foundation, where thermometric equipment was installed. The sensors measure the soil temperature every 3 hours and transmit it to the server for analysis. As a result, the possibility of using the amplitude of annual fluctuations in the temperature of the soil base and the capacity of the seasonal melt layer under the building to assess the effectiveness of the soil thermal stabilization system is shown. By analyzing the average and maximum temperature values in the bases of objects, it is possible to identify objects with weakened zones. A set of criteria is given for identifying objects with negative changes in the frozen base, and statistical characteristics can serve as a basis for automating the process of processing monitoring data. The information obtained on the parameters of permafrost under buildings will allow us to determine the current state of the soil foundations and predict the development of the situation in order to prevent the destruction of infrastructure.

Acknowledgments. The work was carried out within the framework of the project of the West Siberian Interregional Research Center "Forecast of permafrost degradation and technology of automated control of the bearing capacity of frozen soils under capital construction facilities" with the support of the government of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. The authors are grateful to the specialists of the engineering survey section of the Arctic Research Center for the creation of a monitoring infrastructure.

Введение. Мерзлота занимает значительную (60–65%) часть северной территории РФ. Освоение Арктики осложняют не только суровые условия и труднодоступные территории, но и мёрзлые породы. Возведение и дальнейшая эксплуатация инфраструктуры в таких условиях требуют особого подхода [9]. Трудности возникают вследствие не только сложного строения пород, но и ускорившихся в последнее время процессов деградации мерзлоты ввиду потепления климата. Например, по данным метеостанции г. Салехарда, в настоящее время среднегодовая температура воздуха составляет около 4,3 °С, а годовая сумма осадков – око-

ло 500 мм, тогда как в начале метеонаблюдений (в 1882 г.) эти величины составляли 8,2 °С и 180 мм соответственно. Наиболее активно температура воздуха повышалась в последние 30 лет. За 1990–2021 гг. величина линейного тренда составила +0,06 °С/год, по осадкам – +2,08 мм/год [3].

Такие климатические изменения приводят к деградации многолетнемёрзлых пород (далее – ММП) и, как следствие, к потере несущей способности грунтов. Сохранность инфраструктуры в северных странах подвергается рискам разрушения. Под ударом оказываются целые города и промышленные объекты, возведённые на вечномёрзлых

грунтах. В связи с этим возникает необходимость изучать динамику состояния ММП, строить модели и делать прогнозы развития ситуации, используя уже имеющийся набор данных. Для этого разработано множество климатических моделей CGCM2, CSM–1.4, ECHAM4/OPYC3, GFDL–R30c, HadCM3¹, пересматриваются строительные нормы и правила, развиваются направления геотехнического мониторинга.

Актуальность исследования. Избежать последствий изменения состояния ММП можно, применяя планомерное и системное научно-методическое сопровождение всех проектов, реализуемых на мёрзлых грунтах, тем более что весь комплекс (инженерные изыскания и проектирование), призванный обеспечить надежность строительства и эксплуатации зданий и сооружений в области распространения ММП в РФ, находится в глубоком кризисе. Современные нормативные документы², за редким исключением, не составлены на основе новой информации, а «актуализированы» редактированием старых путём сокращения требований к выполнению наиболее наукоёмких работ и исследований в составе инженерных изысканий. Нужно заметить, что зарубежные стандарты не отличаются наукоёмкостью, но в них заложен более значительный запас несущей способности грунтов – 2,5–3 за рубежом вместо 1,05–1,56 в РФ [9].

Соответственно, в последнее время крайне актуальны исследования текущего и прогнозного состояния мерзлоты, что необходимо для формирования планов по адаптации к климатическим изменениям, проектных, изыскательных работ и контроля их производства, управления рисками и т.д.

Очевидно, что учесть все факторы воздействия на вечную мерзлоту в антропогенных условиях крайне сложно. Тем не менее, проведение мониторинга температурного режима грунтов в основании действующей инфраструктуры представляется наиболее очевидным выходом из сложившейся ситуации.

¹ Data Distribution Centre of IPCC. – URL: <https://www.ipcc-data.org/sim/index.html> (дата обращения: 12.04.2024). – Текст: электронный; Intergovernmental Panel on Climate Change. – URL: <https://www.ipcc.ch> (дата обращения: 12.04.2024). – Текст: электронный.

² ГОСТ 19804-2012 «Сваи железобетонные заводского изготовления. Общие технические условия» // Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). – М.: Стандартинформ, 2014. – 20 с.; СП 25.13330.2020 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88. – М., 2020. – 135 с.

Объект исследования – грунтовое основание объектов капитального строительства, возведённых на мёрзлых грунтах.

Предмет исследования – данные, полученные с помощью системы автоматизированного контроля температуры грунтов оснований объектов капитального строительства в г. Салехарде.

С целью выявления на ранних этапах негативных изменений в несущей способности мёрзлых грунтов и своевременного реагирования на них с возможностью автоматизации процесса решается **задача** определения набора критериев на основе анализа данных температурного мониторинга и их статистических характеристик.

Материалы и методы исследования.

Система автоматизированного контроля температуры грунтов оснований объектов капитального строительства в настоящее время апробируется в г. Салехарде и является составляющей региональной сети наблюдения за мерзлотой. Получаемая информация о температуре мёрзлых грунтов под зданием позволит определить текущее состояние грунтового основания и спрогнозировать развитие ситуации. С 2018 г. в г. Салехарде оборудовано более 300 термометрических скважин под 34 капитальными объектами округа. Данные с приборов поступают на сервер в автоматическом режиме и собираются в единую систему хранения и визуализации геокриологической информации ГИС «ЯМАЛ-АРКТИКА» (<https://monitoring.arctic.yanao.ru>)³ [2]. Для специалистов и всех заинтересованных лиц предусмотрен полный доступ к ресурсу, где отображаются объекты мониторинга с информацией по расположению скважин, возможностью отображения в виде графиков и экспорта полученных данных.

Для анализа использовались температуры грунтов, полученные в основаниях 30 зданий г. Салехарда, где термометрические скважины оснащены оборудованием производителей «ИП Кураков» (г. Томск) и ООО «Русгетех» (г. Москва).. Установленные комплекты термометрической аппаратуры прошли тестирование и были запрограммированы на период измерения 3 ч в соответствии с периодом измерения ближайшей метеостанции в аэропорту г. Салехарда. Погрешность калибровки датчиков измерения температуры составляет $\pm 0,1$ °С, а разрешающая способность измерения температуры – 0,07 °С.

³ System of automated geocryological monitoring. – URL: <https://monitoring.arctic.yanao.ru> (дата обращения: 12.04.2024). – Текст: электронный.

Разработанность темы исследования. Несмотря на очевидную актуальность для России, научное направление по изучению современного состояния ММП и прогнозированию развития ситуации в зонах вечной мерзлоты потеряло поколение специалистов, а новый импульс получен только после 2020 г., когда случилась Норильская катастрофа. Тем не менее, исследования по данной тематике продолжались.

Наиболее значимые с практической, экономической и социальной точек зрения – работы по прогнозированию устойчивости уже возведённых и проектируемых объектов капитального строительства и инфраструктуры на арктических и приарктических территориях, т.е. по оценке несущей способности многолетнемёрзлых грунтов. Этому посвящена целая серия работ [8; 15; 16], в которых утверждается, что несущая способность грунтов оснований зданий и сооружений за последние 60–70 лет в некоторых районах уменьшилась до 45 %. При текущем тренде потепления климата к 2050 г. несущая способность грунтов уменьшится ещё на 25 % и более. Проведены оценки потерь бюджетов различных стран от возможных разрушений, согласно которым суммы исчисляются сотнями миллиардов долларов [5; 6; 13].

Мощным импульсом для развития геотехнического мониторинга послужило развитие инфраструктуры топливно-энергетического комплекса (далее – ТЭК) в арктической и субарктической зонах. Особенно это заметно в Российской Федерации, где взрывными темпами развиваются коммерческие автоматизированные системы контроля устойчивости промышленных объектов¹ и, как следствие, развивается математическое моделирование процессов теплопереноса [4; 11] теоретические и алгоритмические основы [1; 10; 12], предлагаются нестандартные решения в сфере строительства [7].

Тем не менее, до сих пор отсутствует системный подход при геотехническом мониторинге в Арктике [14]. В том числе нет единого подхода для обработки получаемой информации, автоматизации контроля и критериям

аварийных ситуаций. Опытная система температурного мониторинга в г. Салехарде [2; 12] является одним из перспективных примеров для применения в основных населённых пунктах Арктики и последующего решения задач геотехнического мониторинга.

Результаты исследования. Анализ температур грунтов основания проводился для 30 объектов капитального строительства, сеть мониторинга под каждым из которых состоит из 4 термометрических скважин и более. В каждой скважине установлены датчики через 0,5 м до глубины 5 м и далее до 12 м каждый метр. Глубины для анализа выбраны в интервале 5–10 м как наиболее рабочие и значимые для стабильности свайного фундамента: сезонно-талый слой не превышает 5 м, а стандартная глубина заложения свай составляет 10 м.

На данный момент 6 объектов имеют мониторинговые ряды более двух лет, что позволяет проводить предварительный анализ температурного тренда для прогноза. Рассмотрим два из них. В основании здания I первые 4 скважины оборудованы в 2018 г. Имеется пятилетний временной ряд (рис. 1) с разрывом в 2020/2021 г. Несколько месяцев производилось обслуживание термометрического оборудования, поэтому принято решение исключить этот год при построении тренда. Температура грунтов основания здания II контролируется больше четырёх лет. Для построения среднего значения и линейного тренда использовались 4 года измерений (рис. 2).

Среднее значение и линия тренда, построенные по температурам на глубинах 5–10 м под зданием I, имеют отрицательный наклон. Температура понижается на 0,36 ежегодно. Такой нехарактерный тренд, противоположный климатическим изменениям, может формироваться по нескольким причинам. Во-первых, дом сдан в 2017 г. и, соответственно, сезонно-охлаждающие устройства продолжают эффективно работать в зимний период и охлаждать грунты. Во-вторых, вблизи одной из четырёх рассмотренных скважин обнаружена тепловая аномалия с положительными температурами [10; 12], которая со временем стабилизировалась. В-третьих, в расчётах участвует один из самых тёплых за последнее время зимних сезонов – 2019/2020 г. Принимая во внимание остальные скважины, образованные в конце 2020 г., тренд меняется на положительный. Такое изменение будет продемонстрировано на объекте, приведённом на рис. 2.

¹ Система мониторинга температуры от Русгеотех. – Текст: электронный // ООО «РУСГЕОТЕХ». – URL: <https://www.rgtekh.ru> (дата обращения: 01.06.2024); Система температурного мониторинга мёрзлых, промерзающих и протаивающих грунтов. – Текст: электронный // АО «Научно-производственное предприятие «Эталон». – URL: <https://omsketalon.ru/catalog/sistema-temperaturnogo-monitoringa-merzlyh-promerzayushchih-i-protaiyayushchih-gruntov> (дата обращения: 01.06.2024).

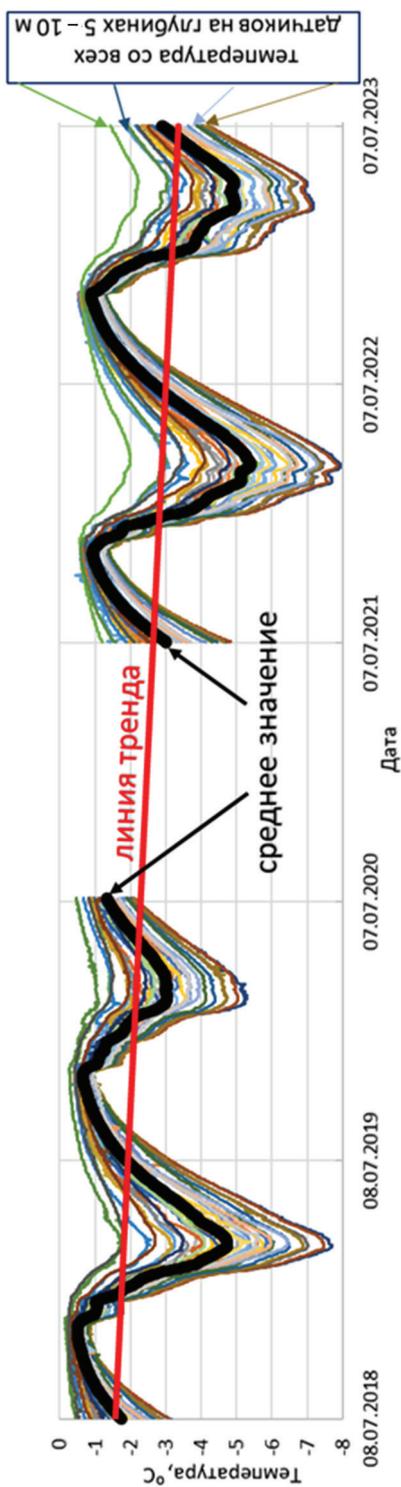


Рис. 1. Температурные данные на глубинах 5–10 м под зданием I в г. Салехарде за 2018–2023 гг. и их статистические характеристики: чёрная линия – среднее значение, красная прямая – линия тренда /

Fig. 1. Temperature data at depths of 5–10 m under building I in Salekhard for 2018–2023 and their statistical characteristics: the black line – the average value, the red line – the trend line

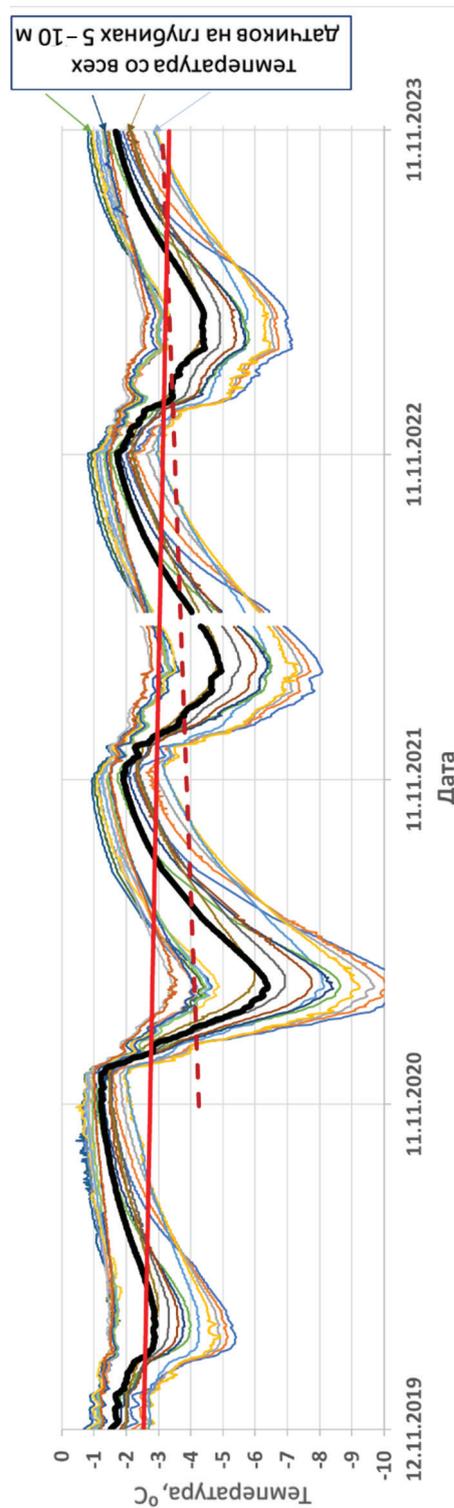


Рис. 2. Температурные данные на глубинах 5–10 м под зданием II в г. Салехарде за 2019–2023 гг. и их статистические характеристики: чёрная линия – среднее значение, красная сплошная прямая – линия тренда за 2019–2023 гг. /

Fig. 2. Temperature data at depths of 5–10 m under building II in Salekhard for 2019–2023 and their statistical characteristics: the black line is the average value, the red solid straight line is the trend line for 2019–2023, the red dash straight line is the trend line for 2020–2023

Температурные данные на глубинах 5–10 м под зданием II в г. Салехарде за 2019–2023 гг., средние значения и линии тренда по 3 и 4-м годам приведены на рис. 2. Полученный за 4 года линейный тренд имеет отрицательный наклон. Температура понижается на 0,2 °С ежегодно. Отрицательный наклон обеспечивает тёплый зимний сезон 2019/2020 гг., что можно наблюдать на рис. 2: охлаждение грунтов в этот период происходило хуже в среднем до -3 °С, в последующие годы – от -4 до -6 °С. При таком тренде температурные показатели не снижают несущую способность фундамента.

Если рассмотреть только последние три года, то тренд изменится на положительный (см. рис. 2, красная пунктирная кривая). Температура повышается на 0,37 °С ежегодно. При современной среднегодовой температуре грунтов в основании фундамента -3 °С приближение к критическим нулевым значениям произойдёт меньше чем через 10 лет. Однако стоит понимать, что тренд будет изменяться по мере увеличения временного ряда. Сами температуры грунтов могут зависеть не только от климатических колебаний, что видно на примере тёплого зимнего сезона 2019/2020 гг., но и от качества эксплуатации объекта. Таким образом, использование рядов мониторинга длиной не менее двух лет с ежегодным пересчётом линейного тренда позволяет оценить момент начала перехода грунтов в талое состояние и, как следствие, существенное снижение их несущей способности. В перспективе, после получения соответствующих рядов, полученные значения изменения температуры можно использовать в качестве одного из критериев стабильности грунтового основания и здания.

Если рассматривать дома с рядами не менее 1 года, можно проанализировать амплитуду колебаний температуры грунтов по всей контролируемой глубине в течение года, выделить максимальную глубину нулевых изотерм (мощность сезонно-талого слоя). Первый показатель может охарактеризовать эффективность работы сезонных охлаждающих устройств (далее – СОУ), а второй – качество содержания/эксплуатации и возможные нарушения режима работы проветриваемого подполья (далее – РРПП), определённого проектом. Рассмотрим два объекта мониторинга с отличающимся характером работы технологии термостабилизации грунтов (СОУ и ПП): на одном СОУ находятся в рабочем состоянии, на другом их эффективность не наблюдается.

Под зданием III в 2023 г. силами Научного центра изучения Арктики пробурено и оборудовано 6 термометрических скважин глубиной 12 м по равномерной сети. Рассмотрим температуру за 10.07.2023 г. и 10.11.2023 г. (рис. 3, пунктирные и сплошные линии соответственно) по глубине во всех скважинах. За исключением сезонно-талого/мёрзлого слоя в середине лета температура грунтов ещё близка к минимальной за год, а в ноябре наоборот – температуры поднимаются до максимальных значений.

Температурное поле в основании здания III изменяется в отрицательной зоне в пределах от -0,8 до -4,5 °С (см. рис. 3). Колебания температур в течение полугода достигают нескольких градусов практически по всей глубине, что говорит о рабочем состоянии СОУ и правильном РРПП на данном объекте. Можно выделить скважину 236-5 (см. рис. 3, синяя кривая), где амплитуда колебаний и температура отличаются от остальных. Сезонно-талый слой находится на уровне 2 м под всем зданием, за исключением зоны вблизи скважины 236-5, где он опускается до 3,5 м. Причины отличий грунтового-мерзлотных условий вблизи скважины 236-5 в настоящее время не установлены.

Под зданием IV в 2023 г. силами Научного центра изучения Арктики пробурено и оборудовано 11 термометрических скважин глубиной 12 м по равномерной сети. Рассмотрим температуру за 15.06.2023 г. и 20.11.2023 г. (рис. 4, круглые маркеры и сплошные линии соответственно) по глубине во всех скважинах. За исключением сезонно-талого/мёрзлого слоя в начале лета грунты находятся в максимально охлаждённом состоянии, а в ноябре наоборот – температуры поднимаются до максимальных за год значений.

Температурное поле в основании здания изменяется в отрицательной зоне в пределах от -0,2 до -4 °С. Основные колебания температуры происходят на глубинах до 8 м: -4 °С – в июне, -2 °С – в ноябре. В нижней части температурных профилей значения остаются практически неизменными: максимальная амплитуда – 0,5 °С. Охлаждение грунтов только верхней части основания говорит о слабой эффективности или неработоспособности СОУ. Сезонно-талый слой не превышает 1 м, что говорит о хорошей работе ПП, благодаря которому, даже в случае отказа СОУ, грунты в основании здания поддерживаются в стабильно мёрзлом состоянии.

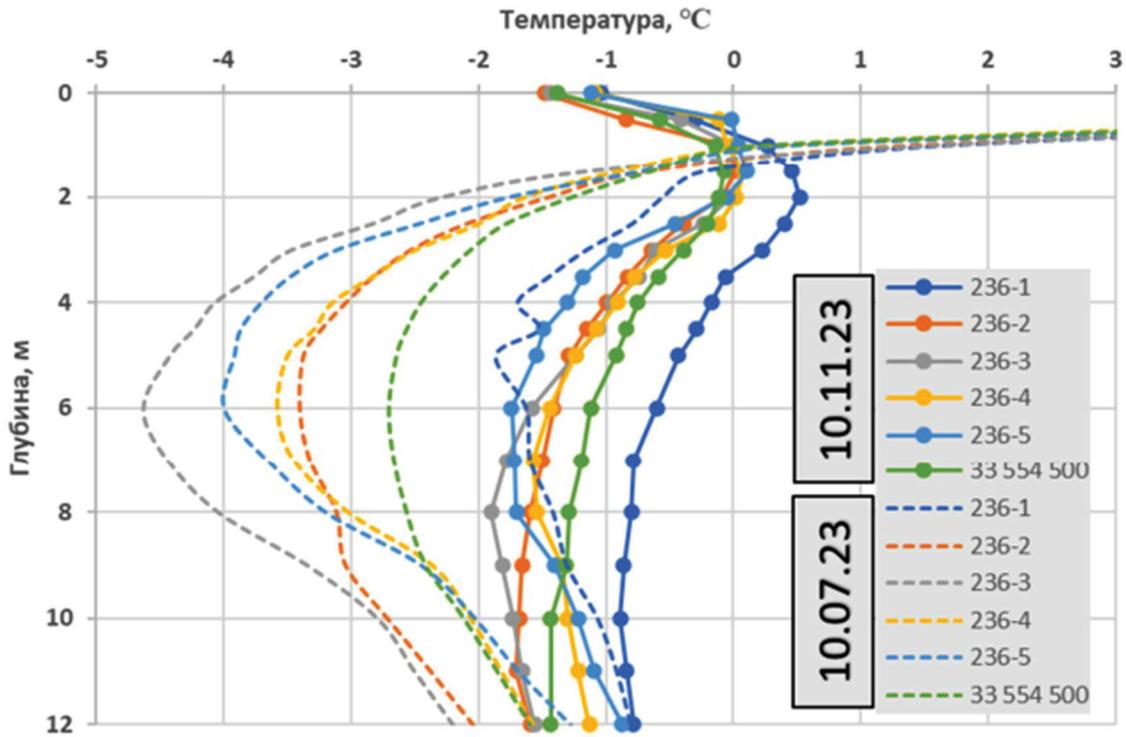


Рис. 3. Температурные профили по глубине под зданием III за 10.07.2023 г. (пунктирные линии) и 10.11.2023 г. (сплошные линии). Шифр кривых – номер термокосы /
Fig. 3. Temperature profiles by depth under building III for 10.07.2023 (dotted lines) and 10.11.2023 (solid lines). The cipher of the curves is the number of the thermowell

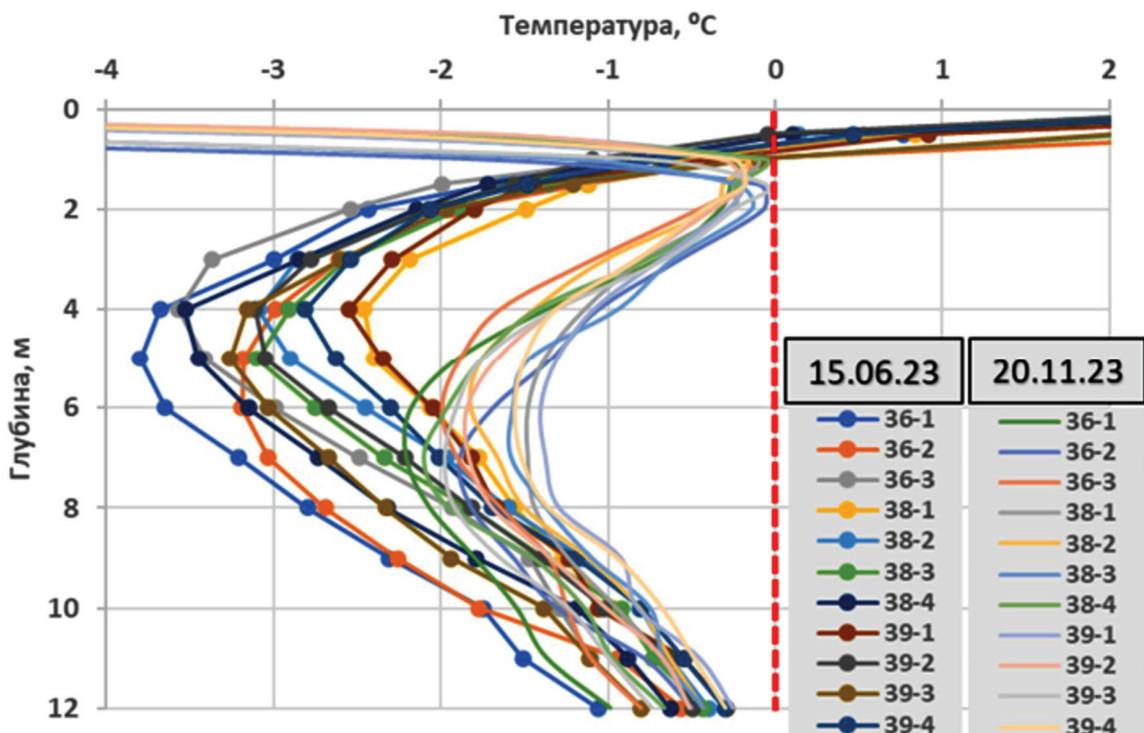


Рис. 4. Температурные профили по глубине под зданием IV за 15.06.2023 г. (линии с маркерами) и 20.11.2023 г. (сплошные линии). Шифр кривых – номер термокосы /
Fig. 4. Temperature profiles by depth under building IV for 15.06.2023 (lines with markers) and 20.11.2023 (solid lines). The cipher of the curves is the number of the thermowell

Таким образом, показана возможность использования амплитуды колебаний температуры грунтового основания и мощности СТС под зданием в качестве критериев эффективности работы системы термостабилизации грунтов: СОУ и ПП. В перспективе приведённые характеристики можно использовать в качестве одного из критериев оценки состояния здания и качества его эксплуатации.

Следующие статистические характеристики рассчитывались для всех 30 объектов капитального строительства. Рассчитаны среднемесячные значения температуры грунтов в основании за ноябрь 2023 г. После получения среднемесячной температуры грунтов для всех датчиков под зданием анализировалось значение на интервале глубин 5–10 м. Рассчитаны среднее, максимальное и минимальное значения среднемесячных температур по всему зданию в целом. Глубины для анализа выбраны как наиболее рабочие

и значимые для стабильности свайного фундамента: сезонно-талый слой не превышает 5 м, а стандартная глубина заложения свай составляет 10 м. Среднемесячные значения рассчитывались для ноября – в этом месяце температуры грунтов близки к максимальным за год.

Схема расположения объектов мониторинга г. Салехарда (разноцветные круглые маркеры) в цветовой гамме, отвечающей средним значениям среднемесячной температуры на глубинах 5–10 м за ноябрь 2023 г., представлена на рис. 5. Для ранжирования зданий принято предельно допустимое значение температуры мёрзлых грунтов под объектами мониторинга, равное $-0,1$ °С, что соответствует температуре замерзания песка по СП 25.13330.2020, таблица Б.1. Более высокие значения температуры – отклонение от нормы или повышенные, которые окрашивают здание в красный цвет.

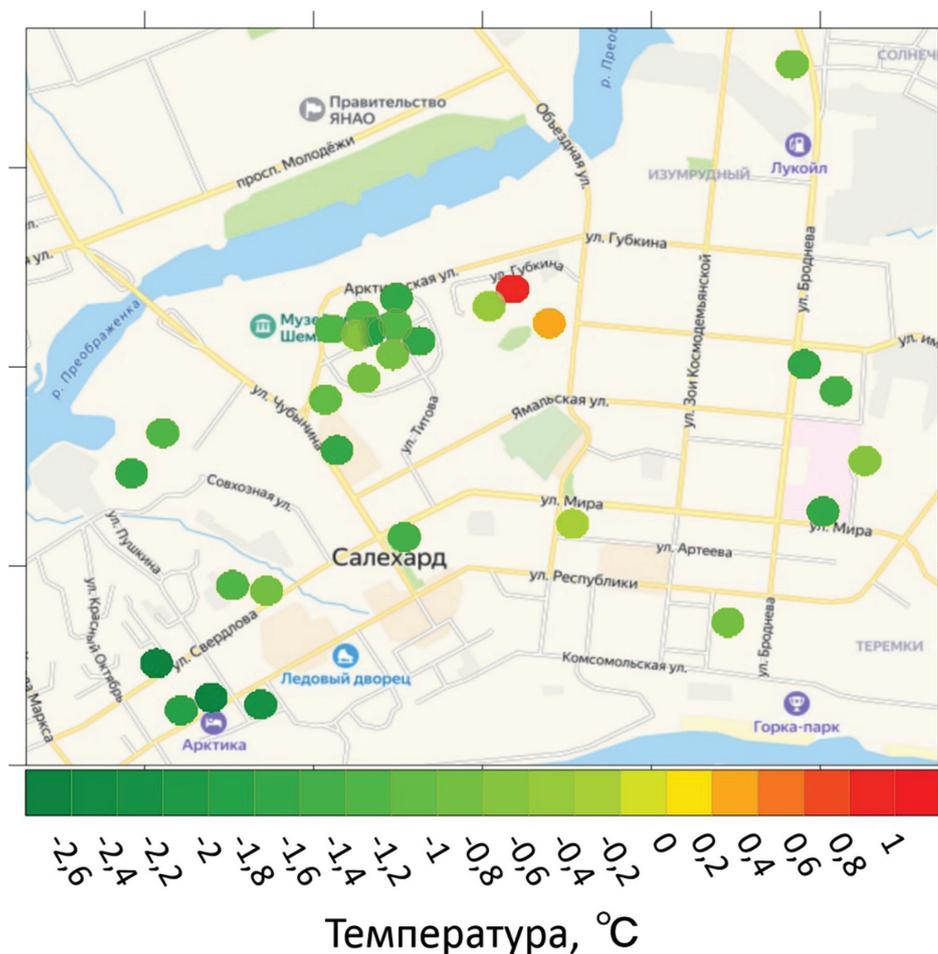


Рис. 5. Схема расположения объектов мониторинга г. Салехарда в цветовой гамме, отвечающей средним значениям среднемесячной температуры, на глубинах 5–10 м за ноябрь 2023 г. / **Fig. 5.** The scheme of the Salekhard monitoring facilities in the color scheme corresponding to the average values of the average monthly temperature at depths of 5–10 m for November 2023

Таким образом, красные тона соответствуют температурам грунтов с очевидными отклонениями от нормы (выше $-0,1$ °C), жёлтые – на грани допустимых (от $-0,1$ до $-0,3$ °C), оттенки зелёного имеют здания, среднемесячные температуры которых соответствуют норме (ниже $-0,3$ °C). При этом стоит понимать, что при приближении к жёлтой зоне каждый объект стоит анализировать индивидуально в соответствии с литологическим строением его грунтового основания, проектной документацией и режимом эксплуатации здания.

При визуальном анализе можно заметить, что повышенные значения температуры грунтов имеют два объекта (см. рис. 5, крас-

ный и оранжевый маркеры в центре схемы). Средние значения температуры здесь составляют $0,86$ и $0,28$ °C, что явно сигнализирует об их талом состоянии. Одно из обозначенных зданий признано аварийным, где в настоящее время проходят мероприятия по стабилизации состояния грунтов, а второе подлежит капитальной реконструкции. Температура грунтов остальных зданий находится в пределах нормативных значений, составляя от $-0,39$ до $-2,7$ °C.

Ещё одна характеристика состояний грунтового основания объекта представлена на рис. 6 – максимальная среднемесячная температура. Анализировались также температуры на глубинах 5–10 м за ноябрь 2023 г.

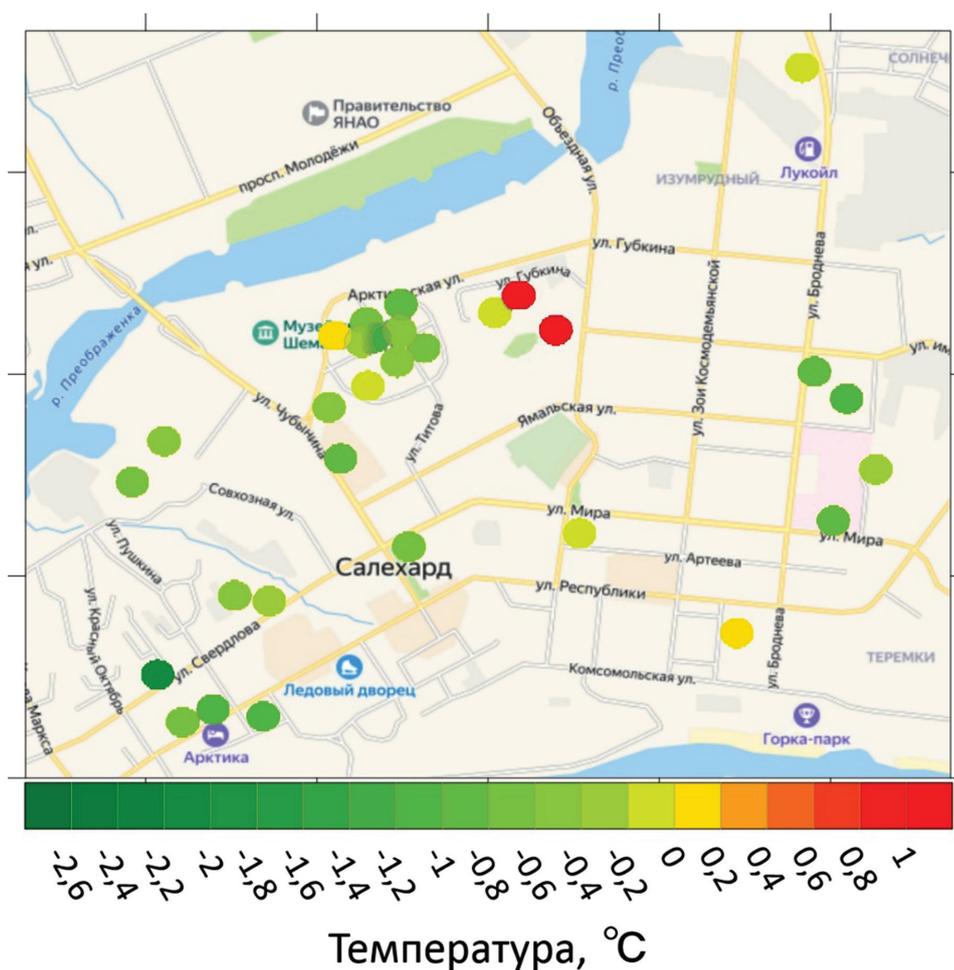


Рис. 6. Схема расположения объектов мониторинга г. Салехарда в цветовой гамме, отвечающей максимальным значениям среднемесячной температуры, на глубинах 5–10 м за ноябрь 2023 г. /

Fig. 6. The scheme of the Salekhard monitoring facilities in the color scheme corresponding to the maximum values of the average monthly temperature at depths of 5–10 m for November 2023

Цветовая гамма идентична на рис. 5, 6. Здесь визуально можно заметить смещение цветовых оттенков маркеров в жёлтую область, что сигнализирует о предельно допус-

тимых значениях температуры. Это говорит о существовании скважин (зон/областей) с повышенными значениями температуры в основании таких контролируемых зданий. Тем

не менее, помимо упомянутых ранее двух объектов в красную зону переходят ещё два объекта. Максимальная температура грунтов остальных зданий составляет от 0,1 до -2 °С. Таким образом, несмотря на нормальную обстановку в целом по зданию (исходя из среднего значения), анализируя максимальные значения температуры в основаниях объектов, можно выявлять объекты с ослабленными зонами, ставить их на особый контроль, обнаруживать динамику и причины возникновения температурной аномалии с последующими рекомендациями к мероприятиям по стабилизации ситуации.

В дальнейшем планируется продолжить работы по анализу температурных значений грунтовых оснований объектов капитального строительства, расположенных в г. Салехарде. В дополнение к приведённым в работе нужно проанализировать другие статистические характеристики и параметры температурного поля, полученные с использованием данных температурного мониторинга.

Таким образом, описательная статистика может стать основой для предварительного анализа данных автоматизированного температурного мониторинга. Визуализация статистических характеристик позволяет наглядно представить данные температурного мониторинга и выявить объекты с негативными изменениями в мёрзлом грунтовом основании.

Заключение. Показана возможность использования амплитуды колебаний температуры грунтового основания и мощности СТС под зданием для оценки эффективности работы систем термостабилизации грунтов и режима работы проветриваемого подполья. Ежегодный пересчёт линейного тренда позволяет оценить момент начала перехода

грунтов в талое состояние, что возможно использовать в качестве одного из критериев стабильности грунтового основания и здания в целом.

В результате анализа средних значений среднемесячной температуры оснований фундаментов зданий г. Салехарда на глубинах 5–10 м за ноябрь 2023 г. выявлено два здания с признаками оттаявшего грунтового основания, средние значения температуры которых составляют 0,86 и 0,28 °С. Здания находятся в аварийном и предаварийном состояниях.

Анализируя максимальные значения температуры в основаниях объектов, можно выявлять здания с ослабленными зонами: в красную зону повышенных значений температур перешли ещё два здания, где необходимо контролировать динамику и выявлять возможные причины возникновения этих областей.

Система автоматизированного контроля температуры грунтов оснований объектов капитального строительства в г. Салехарде, которая насчитывает более 300 термометрических скважин под 34 капитальными объектами округа, является эффективным инструментом для контроля температуры мёрзлых грунтовых оснований зданий.

Приведённый набор критериев позволит выявлять объекты с негативными изменениями в мёрзлом грунтовом основании. Предложенные статистические характеристики могут послужить основой для автоматизации процесса первичной обработки и визуального представления данных температурного мониторинга, что значительно упростит их использование для любой эксплуатирующей организации.

Список литературы

1. Горелик Я. Б., Паздерин Д. С. Корректность постановки и решения задач по прогнозу динамики температурных полей в основании сооружений на многолетнемёрзлых грунтах // Криосфера Земли. 2017. Т. 21, № 3. С. 49–59.
2. Громадский А. Н., Арефьев С. В., Камнев Я. К., Синицкий А. И. Дистанционный контроль за температурным режимом вечномёрзлых грунтов под зданиями г. Салехард // Научный вестник ЯНАО. 2019. № 3. С. 17–21.
3. Демидов Н. Э., Гунар А. Ю., Бакихин Е. И., Гагарин В. Е., Гузева А. В., Дежникова А. А., Казанцев В. С., Кошурников А. В., Нарижная А. И. Строение, газосодержание и термическое состояние многолетних бугров пучения (булгунняхов) в долине р. Вась-Юган (окрестности г. Салехард, Западная Сибирь) // Геофизические процессы и биосфера. 2022. Т. 21, № 3. С. 27–38.
4. Курилко А. С., Хохолов Ю. А., Дроздов А. В., Соловьев Д. Е. Геотермический контроль грунтов основания копров и устьевой части вертикальных стволов на примере алмазодобывающего рудника «Удачный» (Якутия) // Криосфера Земли. 2017. Т. 21, № 5. С. 82–91.
5. Порфирьев Б. Н., Елисеев Д. О., Стрелецкий Д. А. Экономическая оценка последствий деградации вечной мерзлоты для жилищного сектора российской Арктики // Вестник Российской академии наук. 2021. Т. 91, № 2. С. 105–114.

6. Порфирьев Б. Н., Елисеев Д. О., Стрелецкий Д. А. Экономическая оценка последствий деградации вечной мерзлоты под влиянием изменений климата для устойчивости дорожной инфраструктуры в российской Арктике // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89, № 12. С. 1228–1239.
7. Стетюха В. А. Эффективность использования подземного пространства в суровых климатических условиях // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 8. С. 6–17.
8. Стрелецкий Д. А., Шикломанов Н. И., Гребенец В. И. Изменение несущей способности мёрзлых грунтов в связи с потеплением климата на севере Западной Сибири // Криосфера Земли. 2012. Т. 16, № 1. С. 22–32.
9. Шейн А. Н., Камнев Я. К. Обзор научных и производственных работ по изучению многолетне-мёрзлых пород в естественных и антропогенных условиях // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2020. № 3. С. 42–50.
10. Filimonov M. Y., Kamnev Y. K., Shein A. N., Vaganova N. A. Modeling the Temperature Field in Frozen Soil under Buildings in the City of Salekhard Taking into Account Temperature Monitoring // Land. 2022. No. 11.
11. Zhang Hu, Zhang Jianming, Wangb Enliang, Zhang Mingyi, Zhang Zhilong, Mingtang Chai. Analysis of thermal regime under riverbank in permafrost region // Applied Thermal Engineering. 2017. Vol. 123. P. 963–972.
12. Kamnev Y. K., Filimonov M.Yu., Shein A. N., Vaganova N. A. Automated monitoring the temperature under buildings with pile foundations in Salekhard // Geography, Environment, Sustainability. 2021. Vol. 14, no. 4. P. 75–82.
13. Suter L., Streletskiy D., Shiklomanov N. Assessment of the cost of climate change impacts on critical infrastructure in the circumpolar Arctic // Polar Geography. 2019. Vol. 42, is. 4. P. 267–286.
14. Melnikov V. P., Osipov V. I., Brouchkov A. V. Development of geocryological monitoring of undisturbed and disturbed Russian permafrost areas on the basis of geotechnical monitoring systems of the energy industry // Earth's Cryosphere. 2022. Vol. 26. P. 3–15.
15. Romanovsky V. E., Osterkamp T. E. Permafrost: Changes and impacts // Permafrost Response on Economic Development, Environmental Security and Natural Resources. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001. P. 297–315.
16. Streletskiy D. A., Suter L. J., Shiklomanov N. I., Porfiriev B. N., Eliseev D. O. Assessment of climate change impacts on buildings, structures and infrastructure in the Russian regions on permafrost // Environ. Res. Lett. 2019. Vol. 14, no. 2.

References

1. Gorelik Ya. B., Pazderin D. S. Correctness of setting and solving problems for predicting the dynamics of temperature fields at the base of structures on permafrost soils. Cryosphere of the Earth, vol. 21, no. 3. pp. 49–59, 2017. (In Rus.)
2. Gromadsky A. N., Arefyev S. V., Kamnev Ya. K., Sinitzky A. I. Remote control over the temperature regime of permafrost soils under buildings in Salekhard. Scientific Bulletin of the Yamalo-Nenets Autonomous District, no. 3, pp. 17–21, 2019. (In Rus.)
3. Demidov N. E., Gunar A.Yu., Balikhin E. I., Gagarin V. E., Guzeva A. V., Dezhnikova A. A., Kazantsev V. S., Koshurnikov A. V., Narizhnaya A. I. Structure, gas content and thermal state of perennial heave mounds (bulgunnyakhs) in the valley of the Vasyugan river (vicinity of the city Salekhard, Western Siberia). Geophysical Processes and the Biosphere, vol. 21, no. 3, pp. 27–38, 2022. (In Rus.)
4. Kurilko A. S., Khokholov Yu. A., Drozdov A. V., Solovoyov D. E. Geothermal soil control of the base of copres and the mouth of vertical shafts on the example of the Udachny diamond mine (Yakutia). Cryosphere of the Earth, vol. 21, no. 5, pp. 82–91, 2017. (In Rus.)
5. Porfiriev B. N., Eliseev D. O., Streletsky D. A. Economic assessment of the consequences of permafrost degradation for the housing sector of the Russian Arctic. Bulletin of the Russian Academy of Sciences, vol. 91, no. 2, pp. 105–114, 2021. (In Rus.)
6. Porfiriev B. N., Eliseev D. O., Streletsky D. A. Economic assessment of the consequences of permafrost degradation under the influence of climate change for the sustainability of road infrastructure in the Russian Arctic. Bulletin of the Russian Academy of Sciences, vol. 89, no. 12, pp. 1228–1239, 2019. (In Rus.)
7. Stetyukha V. A. Efficiency of using underground space in harsh climatic conditions. Transbaikalian State University Journal, vol. 28, no. 8, pp. 6–17, 2022. (In Rus.)
8. Streletsky D. A., Shiklomanov N. I., Grebenets V. I. Change in the bearing capacity of frozen soils due to climate warming in the north of Western Siberia. Cryosphere of the Earth, vol. 16, no. 1, pp. 22–32, 2012. (In Rus.)
9. Shein A. N., Kamnev Ya. K. Review of scientific and industrial works on the study of permafrost rocks in natural and anthropogenic conditions. Scientific Bulletin of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, no. 3, pp. 42–50, 2020. (in Rus.)
10. Filimonov M. Y., Kamnev Y. K., Shein A. N., Vaganova N. A. Modeling the Temperature Field in Frozen Soil under Buildings in the City of Salekhard Taking into Account Temperature Monitoring. Land, no. 11, 2022. (in Eng.)

11. Zhang Hu, Zhang Jianming, Wangb Enliang, Zhang Mingyi, Zhang Zhilong, Mingtang Chai. Analysis of thermal regime under riverbank in permafrost region. *Applied Thermal Engineering*, vol. 123, pp. 963–972, 2017. (In Eng.)
12. Kamnev Y. K., Filimonov M.Yu., Shein A. N., Vaganova N. A. Automated monitoring the temperature under buildings with pile foundations in Salekhard. *Geography, Environment, Sustainability*, vol. 14, no. 4, pp. 75–82, 2021. (In Eng.)
13. Suter L., Streletskiy D., Shiklomanov N. Assessment of the cost of climate change impacts on critical infrastructure in the circumpolar Arctic. *Polar Geography*, vol. 42, is. 4, pp. 267–286, 2019. (In Eng.)
14. Melnikov V. P., Osipov V. I., Brouchkov A. V. Development of geocryological monitoring of undisturbed and disturbed Russian permafrost areas on the basis of geotechnical monitoring systems of the energy industry. *Earth's Cryosphere*, vol. 26, pp. 3–15, 2022. (In Eng.)
15. Romanovsky V. E., Osterkamp T. E. Permafrost: Changes and impacts. *Permafrost Response on Economic Development, Environmental Security and Natural Resources*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001. P. 297–315. (In Eng.)
16. Streletskiy D. A., Suter L. J., Shiklomanov N. I., Porfiriev B. N., Eliseev D. O. Assessment of climate change impacts on buildings, structures and infrastructure in the Russian regions on permafrost. *Environ. Res. Lett.*, vol. 14, no. 2, 2019. (In Eng.)

Информация об авторах

Шейн Александр Николаевич, канд. физ.-мат. наук, доцент, ведущий научный сотрудник сектора криосферы, Научный центр изучения Арктики, г. Салехард, Россия; A.N.Shein@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6520-0551>. Область научных интересов: численное моделирование электромагнитных и температурных полей, криолитозона, геотехнический мониторинг, импульсная электроразведка, электротомография, георадиолокация, процессы вызванной поляризации.

Башкова Анна Александровна, научный сотрудник сектора криосферы, Научный центр изучения Арктики, г. Салехард, Россия; Институт криосферы Земли Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, г. Тюмень, Россия; AABashkova@yanao.ru; <https://orcid.org/0009-0007-1489-0701>. Область научных интересов: Арктика, мерзлотоведение, гидрогеология, строительство.

Information about the authors

Shein Alexander N., candidate of physico-mathematical sciences, associated professor, leading researcher, Cryosphere Sector, Arctic Research Center, Salekhard, Russia; A.N.Shein@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6520-0551>. Research interests: numerical modeling of electromagnetic and temperature fields, cryolithozone, geotechnical monitoring, transient electromagnetics, electrical resistivity tomography, ground penetrating radar, induced polarization.

Bashkova Anna A., researcher, Cryosphere Sector, Arctic Research Center, Salekhard, Russia; Institute of the Earth's Cryosphere, Tyumen Scientific Center, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Russia, Tyumen, Russia; AABashkova@yanao.ru; <https://orcid.org/0009-0007-1489-0701>. Research interests: Arctic, permafrost, hydrogeology, construction.

Вклад авторов в статью

Шейн А. Н. – концепция исследования, обработка данных, написание и редактирование текста, оформление графики.

Башкова А. А. – написание и редактирование текста.

Authors' contribution to the article

Shein A. N. – research concept, analysis of results, writing and editing of text, graphic design.

Bashkova A. A. – writing and editing of the text.

Для цитирования

Шейн А. Н., Башкова А. А. Статистические характеристики данных температурного мониторинга грунтовых оснований фундаментов зданий города Салехарда за 2018–2023 годы как основа для автоматизации процесса первичной обработки данных // *Вестник Забайкальского государственного университета*. 2024. Т. 30, № 3. С. 58–69. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-58-69.

For citation

Shein A. N., Bashkova A. A. Statistical Characteristics of the Data of Temperature Monitoring of the Soil Bases of the Foundations of Buildings in Salekhard for 2018–2023 as a Basis for Automating the Process of Primary Data Processing // *Transbaikal State University Journal*. 2024. Vol. 30, no. 3. P. 58–69. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-58-69.

Научная статья

УДК 622.277

DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-70-78

О некоторых особенностях сооружения и эксплуатации технологических скважин в криолитозоне

**Александр Георгиевич Иванов¹, Александр Леонидович Вильмис²,
Юрий Александрович Арсентьев³, Юрий Александрович Боровков⁴**

¹Ведущий проектно-исследовательский и научно-исследовательский институт
промышленной технологии, г. Москва, Россия

^{2,3,4}Российский государственный геологоразведочный университет, г. Москва, Россия

¹ivanov_ag@mail.ru, ²vilmisal@mgru.ru, ³arsentev1956@yandex.ru, ⁴borovkovya@mgru.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию
25.01.2024

Одобрена после
рецензирования 09.07.2024

Принята к публикации
06.08.2024

Ключевые слова:

криолитозона, уран,
технологические
скважины, полимерные
обсадные трубы, устья
скважин, температурные
напряжения, центраторы,
полимерные тампонажные
материалы, сезонность
работ, эрлифтная прокачка

Особенностью российских месторождений полезных ископаемых является то, что около 75 % из них находятся в криолитозоне. Месторождения урана, расположенные в криолитозоне и отрабатываемые методом скважинного подземного выщелачивания, вносят весомый вклад в общероссийскую добычу данного металла. Сложные горно-геологические условия добычи урана в криолитозоне требуют принятия неординарных технических подходов при решении вопросов отработки таких месторождений. Один из них – повышение качества сооружения технологических скважин скважинного подземного выщелачивания урана и сохранения их эксплуатационных характеристик в течение всего периода эксплуатации. Актуальность работы связана с необходимостью обеспечения эффективной и экологически безопасной добычи урана методом подземного выщелачивания в криолитозоне. Изучаются элементы конструкции технологических скважин, влияющие на их эксплуатационные показатели, температурные нагрузки, действующие на эксплуатационные колонны из полимерных материалов (полиэтилена низкого давления и непластифицированного поливинилхлорида), сезонность сооружения скважин, режимы их эксплуатации. В статье не рассматриваются полимерные материалы других видов: стеклопластиковые (имеют высокую хрупкость, являются дорогостоящими, испытаны в конце 80-х гг. XX в. в Узбекистане), металлопластовые (абсолютно не пригодны для эксплуатации из-за коррозии металла в случае нарушения полимерного покрытия, например при ремонтно-восстановительных работах, испытывались в Узбекистане и Казахстане в 1985–1988 гг., в том числе с участием авторов), полипропиленовые и трубы из акрилбутадиенстирола (низкие физико-механические характеристики). Выполненный анализ показал, что температурное воздействие на полимерные обсадные трубы является одним из важнейших факторов, учитывая который можно обеспечить безаварийную эксплуатацию сооружённых технологических скважин. Работа включает анализ и обработку фактических материалов, полученных при сооружении и эксплуатации скважин. Сделанные выводы позволяют определить наиболее эффективные технологии оборудования полимерных эксплуатационных колонн технологических скважин, выбрать элементы оснастки и материалы для гидроизоляции заколонного пространства.

On Some Features of Construction and Operation of Technological Wells in the Cryolithic Zone

Alexander G. Ivanov¹, Alexander L. Wilmis², Yuri A. Arsenyev³, Yuri A. Borovkov⁴

¹Leading Design and Survey and Research Institute of Industrial Technology, Moscow, Russia

^{2,3,4}Russian State Geological Prospecting University, Moscow, Russia

¹ivanov_ag@mail.ru, ²vilmisal@mgri.ru, ³arsentev1956@yandex.ru, ⁴borovkovya@mgri.ru

Information about the article

Received 1 January 2024

Approved after review
9 July 2024

Accepted for publication
6 August 2024

Keywords:

cryolithozone, uranium, process wells, polymer casing, wellheads, temperature stresses, centralizers, polymer backfill materials, seasonality of work, airlift pumping

A feature of Russian mineral deposits is that about 75% of them are located in the permafrost zone. Uranium deposits located in the permafrost zone and mined by the method of borehole in-situ leaching make a significant contribution to the all-Russian production of this metal. Complex mining and geological conditions of uranium mining in the permafrost zone require the adoption of extraordinary technical approaches to solving the issues of developing such deposits. The quality of process wells construction for in-situ leaching of uranium and the preservation of their operational characteristics throughout the entire period of operation. The relevance of the work is associated with the need to ensure efficient and environmentally safe uranium mining by in-situ leaching in a cryolithozone. This paper discusses the design elements of process wells that affect their operational performance, the temperature loads acting on production strings made of polymeric materials (low-density polyethylene and unplasticized polyvinyl chloride), the seasonality of well construction, and their operating modes. The author does not consider polymer materials of other types: fiberglass (have high brittleness, roads, tested in the late 1980s in Uzbekistan), metal-plastic (absolutely unsuitable for operation due to metal corrosion in case of violation of the polymer coating, for example, during repair and restoration work, were tested in Uzbekistan and Kazakhstan in 1985–1988, including with the participation of the author), polypropylene and acryl butadiene styrene pipes (low physical and mechanical characteristics). The analysis has showed that the temperature effect on polymer casing pipes is one of the most important factors, taking into account which it is possible to ensure trouble-free operation of constructed process wells. The work includes the analysis and processing of actual materials obtained during the construction and operation of wells. The conclusions have made it possible to determine the most effective technologies for equipping polymer production strings of technological wells, to select equipment elements and materials for waterproofing the casing space.

Введение. В настоящее время одним из самых эффективных методов добычи урана является метод скважинного подземного выщелачивания (далее – СПВ). Значительные затраты добычи приходится на сооружение и эксплуатацию технологических скважин. Проблемы обеспечения особенностей экологической безопасности и эффективности отработки месторождений, в том числе обрабатываемых методом СПВ урана, обозначены в различных работах [4; 5; 7–9; 12–15 и др.]. Применение метода СПВ осложняется при добыче в условиях многолетнемёрзлых горных пород (криолитозона). Единственная в мире группа таких месторождений находится в Забайкалье, что вызывает необходимость решения новых задач, возникающих при решении вопросов обеспечения надёжности конструкций скважин, выбора элементов их технологического оснащения, сооружения, эксплуатации и экологической безопасности (как и при добыче других видов полезных

ископаемых в Забайкалье, например ископаемых углей) [13]. Автор является одним из пионеров в решении поставленных задач и непосредственным участником процессов сооружения и эксплуатации технологических скважин. Публикации в печати по рассматриваемым процессам практически отсутствуют, за исключением работ автора и его коллег [1; 2; 7; 8; 10 и др.].

Актуальность темы исследования. Урановые месторождения, расположенные в Забайкалье, прежде всего в криолитозоне, являются перспективным источником данного сырья на многие десятилетия вперёд. В этих условиях надёжность и эффективность добычи урана методом СПВ обеспечиваются качеством добычных выработок, которыми являются технологические скважины. Рассмотрению некоторых особенностей технологии сооружения и эксплуатации скважин, выработке предложений, способствующих предупреждению возникновения в них ава-

рийных ситуаций, посвящено данное исследование.

Объект исследования – технологические скважины для СПВ урана в криолитозоне.

Предмет исследования – технология сооружения скважин для СПВ в криолитозоне.

Цель исследования – выработать предложения по повышению качества технологических скважин и разработать рекомендации по конструкциям скважин и технологии их эксплуатации.

Задача исследования – определить влияние температурного фактора на целостность эксплуатационных колонн из полимерных материалов.

Постановка задач исследования: сбор исходных данных по сооружению и эксплуатации скважин, их анализ, выбор решений для обеспечения безаварийной эксплуатации скважин, разработка рекомендаций по конструкциям скважин и технологии их эксплуатации.

Разработанность темы исследования. Проблема исследований характерна только для условий месторождений урана, отрабатываемых методом СПВ в криолитозоне. В зарубежной литературе она не освещалась в связи с тем, что условия добычи в других странах существенно отличаются от условий Забайкалья.

Добыча урана методом СПВ в настоящее время является одним из основных методов получения металла для нужд различных отраслей промышленности: оборонной, энергетической и др. Доля урана, добываемого методом СПВ, в России достигает 70 %, а остальное количество урана добывается из скальных месторождений. Сооружение и эксплуатация технологических скважин СПВ урана производятся в различных климатических и горно-геологических условиях в зависимости от региона добычи. Основным регионом добычи урана в России является Забайкальский край, в котором сосредоточены крупнейшие разведанные в настоящее время запасы этого полезного ископаемого, в частности уникальные месторождения Хиагдинского рудного поля, расположенные в криолитозоне, что требует выработки неординарных решений. Таких уникальных месторождений в мире больше нет. Геологический разрез при этом представлен породами деятельного слоя (породами сезонного промерзания и оттаивания мощностью Ндс до 4 м в зависимости от широты региона – термин применяют геологи, мерзлотоведы, строители), криолитозоной и нижезалегающими горными

породами с положительной температурой, включая продуктивный водоносный горизонт и породы нижнего водоупора. Криолитозона может быть представлена базальтами различной структуры с прослоями туфопесчаников и туфобрекчий. Мощность криолитозоны Нкз составляет 60–100 м в зависимости от участка месторождения (залежей), а температура пород может быть принята равной 2 °С. Температура горных пород продуктивного водоносного горизонта (песков различного гранулометрического состава) составляет +4 °С и выше. Глубины скважин Нскв могут составлять 100–250 м. Статический уровень пластовой жидкости продуктивного горизонта составляет от 25–30 до 100–130 м и определяется, в том числе, напором вод вышележающего над продуктивным водоносного горизонта. Климатические условия сооружения и эксплуатации технологических скважин характеризуются значительными перепадами поверхностных температур по сезонам года и могут колебаться в диапазоне от +25 до -35 °С. Такую же температуру Тот имеют и обсадные трубы, спускаемые в скважину в качестве эксплуатационной колонны (далее – ЭК). Собственно процесс спуска ЭК составляет незначительную часть общего времени сооружения скважин, оборудованных полимерными трубами. Для скважин глубиной 150–200 м это время составляет до 3–4 ч в режиме соблюдения всех технологий спуска труб: очистки резьбовых соединений от механических загрязнителей, обезжиривания сопрягаемых резьбовых поверхностей, просушивания обезжиренных поверхностей, нанесения клея или герметика на обе обезжиренные поверхности. При этом продолжительность спуска верхнего участка колонны (перекрывает интервал криолитозоны) производится на заключительном этапе обсадки, а его длительность не превышает 30–40 мин. За этот промежуток времени с учётом теплофизических свойств полимерных материалов обсадные трубы не успевают принять температуру пород криолитозоны, что необходимо учитывать в технологии сооружения скважин. Для выравнивания температуры труб в соответствии с температурой вмещающих горных пород с учётом опыта работ на аналогичных предприятиях в США, Канаде, Австралии, Намибии, Казахстане автором подана заявка на получение патента.

В настоящее время известно ограниченное количество работ, посвящённых сооружению и эксплуатации технологических

скважин СПВ урана в условиях криолитозоны [3–6; 9; 11–15 и др.]. Целью статьи является попытка восполнить имеющийся пробел в этом вопросе.

Процесс эксплуатации нагнетательных технологических скважин сопровождается подачей в них рабочих растворов кислот (выщелачивающих растворов) с температурой $T_{вр}$, изменяющейся как по отдельным залежам, так и по временам года. Разность температур $\Delta T = T_{вр} - T_{кз}$ при этом составляет от $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ зимой до $+16\text{ }^{\circ}\text{C}$ летом ($T_{вр}$ – температура выщелачивающих растворов ВР, которая в зависимости от сезона составляет от $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{кз}$ – температура пород криолитозоны, составляющая до $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Методический подход к определению температурных нагрузок в трубах ЭК при сооружении и эксплуатации скважин.

Для получения значений изменения длины труб ЭК ΔL в криолитозоне, возникающих при этом напряжений α в трубах и осевой нагрузки $R_{ос}$, воспользуемся следующими фор-

мулами, полученными на основании известного закона Гука:

$$\Delta L = C \cdot L \cdot \Delta T, \quad (1)$$

$$\alpha = C \cdot E \cdot \Delta T, \quad (2)$$

$$R_{ос} = \alpha \cdot S, \quad (3)$$

где C – коэффициент линейного изменения для материала труб, ед./ $^{\circ}\text{C}$;

E – модуль упругости материала труб, МПа (для труб из полиэтилена низкого давления (далее – ПНД) может быть принят равным 800 МПа, для труб из непластифицированного поливинилхлорида (далее – НПВХ) – 2500 МПа);

S – площадь поперечного сечения трубы, см^2 .

Следует иметь в виду то, что температурные напряжения возникают только в статически неопределимых, т.е. в жёстко закреплённых сверху и снизу либо по всей длине участках ЭК. Различные показатели для скважин произвольно выбранных конструкций скважин с условным перепадом температур $\Delta T = T_{вр} - T_{кз}$, равным $22\text{ }^{\circ}\text{C}$, приведены в таблице.

Расчётные величины для скважин с различными параметрами / Design values for wells with different parameters

Залежь / Deposit		1	2	3	4
Глубина скважин, м / Depth of wells, m		230	120	140	215
Глубина статического уровня $N_{ст} = N_{кз}$ / Static Depth $N_{ст} = N_{кз}$		135	50	35	110
Изменение длины труб ΔL м / Change in pipe length ΔL m	ПНД/HDPE	0,594	0,22	0,154	0,484
	НПВХ/PVC	0,178	0,066	0,046	0,145
Напряжение в трубе α , МПа / Voltage in the pipe α , MPa	ПНД/HDPE	3,52	3,52	3,52	3,52
	НПВХ/PVC	3,3	3,3	3,3	3,3
Осевая нагрузка $R_{ос}$, кгс/Axle load $R_{ос}$, kgf	ПНД160x18/HDPE 160x18	4083	4083	4083	4083
	НПВХ140x10/PVC 140x10	1353	1353	1353	1353

В приведённой таблице при положительном перепаде температур ΔT (спуск колонны в период отрицательных температур воздуха) будет происходить увеличение её длины, а при отрицательном перепаде температур ΔT – уменьшение её длины (спуск колонны в период положительных температур воздуха). Данное обстоятельство необходимо учитывать при расчёте длины спускаемой в скважину колонны введением коэффициента изменения длины колонны в зависимости от температуры обсадных труб T на поверхности и криолитозоны $T_{кз}$.

Варианты разрушения резьбовых соединений ЭК, закреплённых как по всей длине в цементном камне, так и на концевых участках (на устье и в надфильтровом интервале), приведены на рис. 1.

Разрушение резьбового соединения ЭК на глубине 104,5 м показано на рис. 1а, при

этом она закреплена в цементном камне как на устье, так и в интервале цементирования в надфильтровом интервале.

Разрыв резьбового соединения ЭК на глубине 11 м показан на рис. 1б, при этом колонна полностью зацементирована до устья (месторождение Канжуган, Республика Казахстан, 1988 г.). Извлечение разрушенного участка ЭК выполнялось под руководством автора её обустройством специнструментом, изготовленным из обсадных труб с наружным диаметром 146 мм и толщиной стенки 4,5 мм.

Приведённые примеры однозначно свидетельствуют о том, что заземлять ЭК любыми средствами (цементным камнем, сыпучими материалами, поверхностным грунтом и иными) в условиях переменных температур, возникающих при сооружении и эксплуатации технологических скважин СПВ урана, не-

допустимо. ЭК из полимерных материалов в таких условиях должна «дышать».

Отдельно стоит отметить исключение паровых агрегатов для оттаивания замороженных скважин. Температура пара таких агрегатов (МНС-700 и др.) достигает +195 °С, а применение его для оттаивания (как и использование

горячей воды) недопустимо из-за значительной деформации полимерных обсадных труб.

На графике, приведенном на рис. 2, для условного перепада температур ΔT в диапазоне 0–50 °С и при длине колонны в криолитозоне, равной 100 м, представлена величина изменения длины ЭК ΔL .

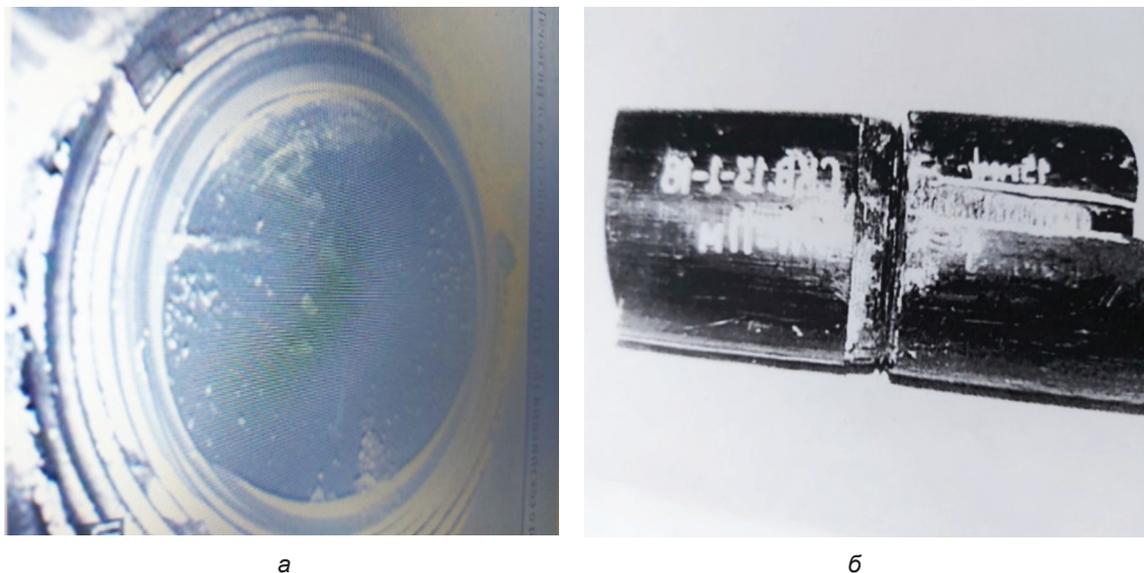


Рис. 1. Разрушение резьбового соединения труб ПНД 160×18 при охлаждении ЭК (а) и разрыв резьбового соединения трубы ПНД 110×18 при нагревании ЭК (б) / **Fig. 1.** Destruction of the threaded connection of HDPE pipes 160×18 during cooling of the EC (а) and rupture of the threaded connection of the HDPE pipe 110×18 when the EC (б) is heated

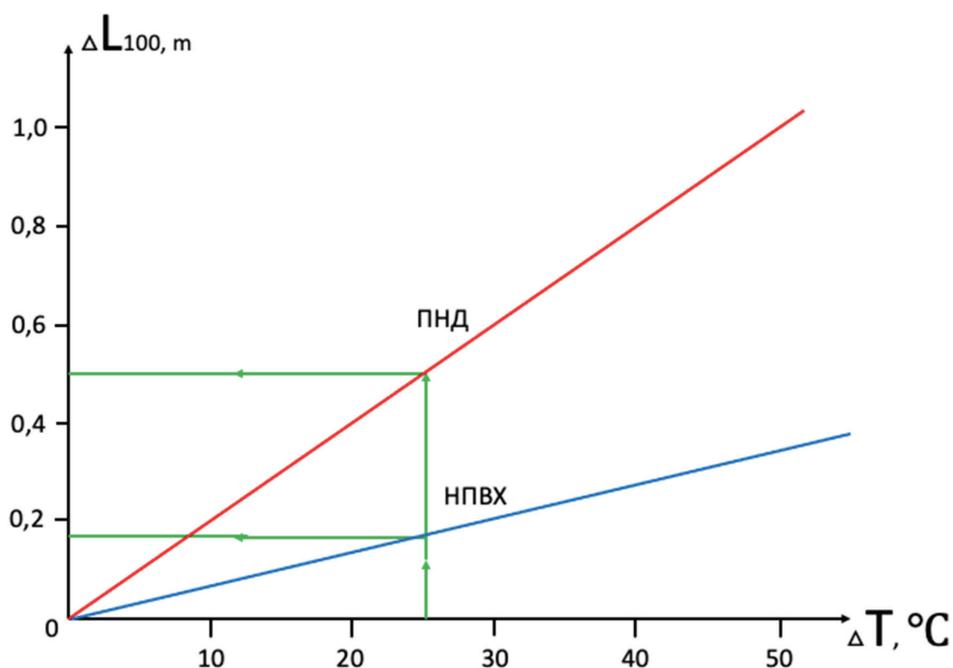


Рис. 2. График зависимости изменения длины ЭК от перепада температур в теле трубы / **Fig. 2.** Graph of the change | EC length as a function of the temperature difference in the pipe body

Формула для уточнения фактического изменения длины ЭК в интервале криолитозоны имеет следующий вид:

$$\Delta L_{\text{ф}} = (L_{\text{ф}} : L_{100}) \cdot \Delta L_{100}, \quad (4)$$

где $\Delta L_{\text{ф}}$ – фактическое изменение длины ЭК в криолитозоне, м;

$L_{\text{ф}}$ – фактическая длина ЭК в криолитозоне, м;

L_{100} – базовая длина ЭК, равная 100 м.

ΔL_{100} принимается на основании графика, представленного на рис. 1, для соответствующего перепада температур ΔT и типа обсадных труб.

Пример: $L_{\text{ф}} = 125$ м, $\Delta T = 26$ °С, отсюда имеем $\Delta L_{100} = 0,52$ м для труб ПНД, 0,17 м –

для труб НПВХ, а изменение длины колонны $\Delta L_{\text{ф}}$ составит $(125:100) 0,52 = 0,65$ м для труб ПНД, 0,21 м – для труб НПВХ.

По формулам (1)–(4) можно определить изменение длины труб ЭК в криолитозоне при эксплуатации скважин. При этом в расчётах учитывается разность температур $T_{\text{вр}}$ и $T_{\text{кз}}$. Разработчиком методики проведения расчётов и рекомендуемых формул является автор данной статьи.

Сооружение и эксплуатация технологических скважин происходят с циклическим изменением температуры труб ЭК, что поясняется упрощённым графиком, приведённым на рис. 3.

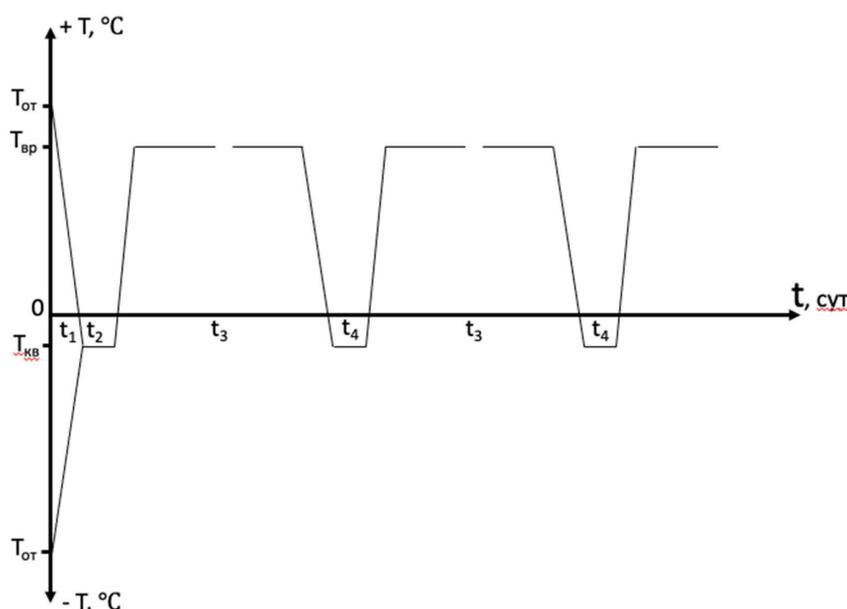


Рис. 3. Изменение температуры труб ЭК при сооружении и эксплуатации технологических скважин: $T_{\text{кз}}$, $T_{\text{от}}$, $T_{\text{вр}}$ – соответственно температуры криолитозоны, обсадных труб, выщелачивающих растворов; t_1 – продолжительность охлаждения или нагревания труб, спущенных в скважину при положительных или отрицательных температурах воздуха; t_2 – продолжительность простоя скважины до ввода её в эксплуатацию; t_3 – продолжительность цикла эксплуатации скважины при температуре $T_{\text{вр}}$ (температура ВР); t_4 – продолжительность простоя скважины при снижении температуры до $T_{\text{кз}}$ (при остановках эксплуатации скважин) / **Fig. 3.** Change in the temperature of EC pipes during the construction and operation of process wells: $T_{\text{кз}}$, $T_{\text{от}}$, $T_{\text{вр}}$ – respectively the temperature of the cryolithozone, casing pipes, leaching solutions; t_1 – duration of cooling or heating of the pipes lowered into the well at positive or negative air temperatures; t_2 – duration of the downtime the well before is commissioning; t_3 – duration of the well operation cycle at $T_{\text{вр}}$ temperature (BP temperature); t_4 – duration of the well downtime when the temperature drops to $T_{\text{кз}}$ (during well shutdowns)

Приведённый график не учитывает изменение температуры выщелачивающих растворов в зависимости от сезонов эксплуатации, но даёт общее представление о процессах воздействия температур на состояние ЭК.

Представленные расчёты учитывают только влияние температурных нагрузок на ЭК, которые являются частью всего комплекса воздействия нагрузок иной природы: ударных

на оголовник при эрлифтной прокачке скважин на стадиях освоения и ремонтно-восстановительных работ, сминающих нагрузки при замерзании в криолитозоне высоконапорных пластовых вод или вод деятельного слоя.

Выводы

1. Приведённые расчёты имеют общий характер и могут быть использованы для любых горно-геологических условий место-

рождений урана и других металлов, отрабатываемых методом СПВ с использованием полимерных обсадных труб.

2. При спуске в скважину полимерных обсадных труб обязательно необходимо учитывать температуру обсадных труб и температуру стенок скважины (скважинной жидкости) в интервале их спуска. Разница температуры труб и вмещающих горных пород должна быть минимальной.

3. Обязательным является учёт сезонности обсадки скважин для принятия мероприятий по минимизации температурных нагрузок на обсадные трубы.

4. Для оборудования скважин могут применяться только обсадные трубы с физико-механическими свойствами, обеспечивающими компенсацию температурных нагрузок (по мнению автора, в настоящее время такими трубами являются трубы серии НПВХ О).

5. Эксплуатация скважин, оборудованных полимерными трубами, должна исключать использование эксплуатационной колонны в качестве водоподъёмной при освоении скважин после сооружения (эрлифтную прокачку при остановках в работе скважин для проведения РВП). Возможно и необходимо применять при освоении и РВП в скважинах методы, исключающие ударные нагрузки на колонну: эрлифтные системы со спуском внутрь колонны 2 шлангов – воздушного и водоподъёмного, так называемую систему УОС/УПОС и др.

6. С учётом возникновения в полимерных обсадных трубах знакопеременных температурных нагрузок при сооружении и эксплуа-

тации скважин необходимо в их конструкцию включать элементы, компенсирующие данные нагрузки, в частности:

- использовать центраторы эксплуатационных колонн, демпферы на колоннах с резьбовым раструбным соединением труб;

- применять безраструбные резьбовые или клеевые соединения;

- использовать для гидроизоляции заколонного пространства материалы, не имеющие адгезии к материалу труб;

- формировать вязкоупругие пробки для фиксирования эксплуатационной колонны на устье;

- наносить на поверхность труб в интервале криолитозоны антивибрационные смазки;

- заполнять заколонное пространство в интервале криолитозоны вязкоупругими материалами на основе поливинилового спирта (ПВС), смолами, образующими вязкоупругие пены при контакте с водными растворами, или пенами на основе арктических пенообразователей.

7. Перед спуском или в процессе спуска ЭК необходимо температуру обсадных труб Тот максимально приближать к температуре пород криолитозоны Ткз нагревом или охлаждением труб в зависимости от сезона года и температуры воздуха на поверхности.

8. Из практики эксплуатации технологических скважин для оттайки замёрзшего в них льда полностью должны быть исключены высокотемпературные способы оттайки (пар, горячая вода и пр.).

Список литературы

1. Арсентьев Ю. А., Иванов А. Г., Орехов Д. Д., Гаврилов Р. И. О некоторых особенностях расчёта конструкции технологических скважин для добычи урана, сооружённых в многолетнемёрзлых породах // Развитие урановой и редкометалльной промышленности: сб. ст. XI Междунар. науч.-практ. конф. Алматы, Республика Казахстан, 2024. С. 105–110.

2. Арсентьев Ю. А., Назаров А. П., Забайкин Ю. В., Иванов А. Г. О расчёте эксплуатационных колонн из полимерных материалов для условий многолетнемёрзлых пород // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: российский и зарубежный опыт // Научное обозрение. 2019. № 21. С. 27–32.

3. Геотехнология урана (российский опыт): монография / под ред. И. Н. Солодова, Е. Н. Камнева. М.: КДУ: Университетская книга, 2017. 576 с.

4. Гладышев А. В., Михайлов А. Н., Солодов И. Н., Суворов А. В. Влияние генетических особенностей урановых месторождений Хиагдинского рудного поля на выбор технологии отработки рудных залежей скважинным подземным выщелачиванием // Горный журнал. 2022. № 4. С. 13–17.

5. Добыча урана подземным выщелачиванием в криолитозоне: монография / под ред. И. Н. Солодова. М.: ZetaPrint, 2022. 183 с.

6. Железняк И. И., Стетюха В. А. Расчёт трубы из полимерного материала под действием внешней нагрузки в скважине в массиве многолетнемёрзлых пород // Известия УГГУ. 2018. Вып. 3. С. 121–125.

7. Иванов А. Г., Арсентьев Ю. А. Основные технические требования к технологии сооружения скважин подземного выщелачивания урана для обеспечения их безаварийной эксплуатации // Развитие урановой и редкометалльной промышленности: сб. ст. XI Междунар. науч.-практ. конф. Алматы, Республика Казахстан, 2024. С. 102–104.

8. Иванов А. Г., Арсентьев Ю. А., Гладышев А. В., Михайлов А. Н., Гурулев Е. А., Иванов Д. А. К вопросу повышения качества скважин скважинного подземного выщелачивания урана в криолитозоне // Вестник Забайкальского государственного университета. 2024. Т. 30, № 2. С. 47–61.
9. Иванов А. Г., Гурулев Е. А., Алексеев Н. А., Базаров Д. Н., Иванов Д. А., Арсентьев Ю. А., Назаров А. П. Особенности ремонта эксплуатационных колонн технологических скважин в условиях многолетнемёрзлых горных пород // Актуальные проблемы урановой промышленности: сб. ст. IX Междунар. науч.-практ. конф. Алматы, Республика Казахстан, 2019. С. 216–223.
10. Иванов А. Г., Иванов Д. А., Арсентьев Ю. А., Назаров А. П., Калинин В. Н. Особенности применения полимерных обсадных труб при сооружении технологических скважин подземного выщелачивания урана // Известия высших учебных заведений. Серия «Геология и разведка». 2019. № 4. С. 50–57.
11. Машковцев Г. А., Константинов А. К., Мигута А. К., Шумилин М. В., Щеточкин В. Н. Уран российских недр. М.: ВИМС, 2010. 850 с.
12. Сергиенко И. А., Мосев А. Ф., Бочко Э. А., Пименов М. К. Бурение и оборудование геотехнологических скважин. М.: Недра, 1984. 224 с.
13. Сидорова Г. П., Маниковский П. М., Якимов А. А., Овчаренко Н. В. Радиационно-экологическая безопасность ископаемых углей Забайкалья // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 2. С. 36–44.
14. Cuney M., Mercadier J., Bonnetti Ch. Classification of sandstone-related uranium deposits // Journal of Earth Science. 2022. No. 33. P. 236–256.
15. Tavakoli H. Z., Charkhi A., Cohbadzadth H. A review of uranium heap leaching in Iran // Materials and Nuclear Fuel Research Institute, Nuclear Science and Technology Research Institute. Tehran, Iran, 2019.

References

1. Arsentiev Yu. A., Ivanov A. G., Orekhov D. D., Gavrilov R. I. On some features of calculating the design of technological wells for uranium extraction built in permafrost rocks. Development of uranium and rare metal industry: collection of articles XI International scientific and practical conference. Almaty, Republic of Kazakhstan, 2024. P. 105–110. (In Rus.)
2. Arsentiev Yu. A., Nazarov A. P., Zabaykin Yu. V., Ivanov A. G. On the calculation of operational columns made of polymer materials for permafrost conditions. Actual Problems and Prospects of Economic Development: Russian and Foreign Experience. Scientific Review, no. 21, pp. 27–32, 2019. (In Rus.)
3. Geotechnology of uranium (Russian experience): monograph / edited by I. N. Solodov, E. N. Kamneva. Moscow: KDU: University Book, 2017. 576 p. (In Rus.)
4. Gladyshev A. V., Mikhailov A. N., Solodov I. N., Suvorov A. V. The influence of genetic features of uranium deposits of the Khiagdinsky ore field on the choice of technology for mining ore deposits by borehole underground leaching. Mining Journal, no. 4, pp. 13–17, 2022. (In Rus.)
5. Uranium mining by underground leaching in the cryolithozone: monograph / edited by I. N. Solodov. Moscow: ZetaPrint, 2022. 183 p. (In Rus.)
6. Zheleznyak I. I., Stetyukha V. A. Calculation of a pipe made of a polymer material under the influence of an external load in a well in an array of permafrost rocks. Izvestiya UGSU, is. 3, pp. 121–125, 2018. (In Rus.)
7. Ivanov A. G., Arsentiev Yu. A. Basic technical requirements for the technology of constructing wells for underground uranium leaching to ensure their trouble-free operation. Development of uranium and rare metal industry: collection of articles XI International scientific and practical conference. Almaty, Republic of Kazakhstan, 2024. P. 102–104. (In Rus.)
8. Ivanov A. G., Arsentiev Yu. A., Gladyshev A. V., Mikhailov A. N., Gurulev E. A., Ivanov D. A. On the issue of improving the quality of borehole underground uranium leaching in the cryolithozone. Transbaikal State University Journal, vol. 30, no. 2, pp. 47–61, 2024. (In Rus.)
9. Ivanov A. G., Gurulev E. A., Alekseev N. A., Bazarov D. N., Ivanov D. A., Arsentiev Yu. A., Nazarov A. P. Features of repair of production columns of technological wells in conditions of permafrost rocks. Actual problems of the uranium industry: collection of articles IX International scientific and practical conference. Almaty, Republic of Kazakhstan, 2019. P. 216–223. (In Rus.)
10. Ivanov A. G., Ivanov D. A., Arsentiev Yu. A., Nazarov A. P., Kalinichev V. N. Features of the use of polymer casing pipes in the construction of technological wells for underground uranium leaching. News of Higher Educational Institutions. Series “Geology and exploration”, no. 4, pp. 50–57, 2019. (In Rus.)
11. Mashkovtsev G. A., Konstantinov A. K., Miguta A. K., Shumilin M. V., Shchetochkin V. N. Uranium of the Russian subsoil. Moscow: VIMS, 2010. 850 p. (In Rus.)
12. Sergienko I. A., Mosev A. F., Bochko E. A., Pimenov M. K. Drilling and equipment of geotechnological wells. Moscow: Nedra, 1984. 224 p. (In Rus.)
13. Sidorova G. P., Manikovsky P. M., Yakimov A. A., Ovcharenko N. V. Radiation and environmental safety of fossil coals of Transbaikalia. Transbaikal State University Journal, vol. 29, no. 2, pp. 36–44, 2023. (In Rus.)

14. Cuneu M., Mercadier J., Bonnetti Ch. Classification of sandstone-related uranium deposits. *Journal of Earth Science*, no. 33, pp. 236–256, 2022. (In Eng.)

15. Tavakoli H. Z., Charkhi A., Cohbadzadth H. A review of uranium heap leaching in Iran. *Materials and Nuclear Fuel Research Institute, Nuclear Science and Technology Research Institute*. Tehran, Iran, 2019. (In Eng.)

Информация об авторах

Иванов Александр Георгиевич, канд. техн. наук, член-корреспондент РАН, главный специалист, Ведущий проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт промышленной технологии, г. Москва, Россия; ivanov_ag@mail.ru. Область научных интересов: геотехнология добычи урана методом скважинного подземного выщелачивания, сооружение и эксплуатация геотехнологических скважин.

Вильмис Александр Леонидович, д-р техн. наук, заведующий кафедрой геотехнологических способов и физических процессов горного производства, Российский государственный геологоразведочный университет, г. Москва, Россия; vilmisal@mrgi.ru. Область научных интересов: геотехнологические способы добычи полезных ископаемых, физические процессы горного производства.

Арсентьев Юрий Александрович, канд. техн. наук, доцент, Российский государственный геологоразведочный университет, г. Москва, Россия; arsentev1956@yandex.ru. Область научных интересов: техника и технология сооружения скважин, материаловедение.

Боровков Юрий Александрович, д-р техн. наук, профессор кафедры геотехнологических способов и физических процессов горного производства, Российский государственный геологоразведочный университет, г. Москва, Россия; borovkovyu@mrgi.ru. Область научных интересов: геотехнологические способы добычи полезных ископаемых, физические процессы горного производства.

Information about the authors

Ivanov Alexander G., candidate of technical sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences, Chief Specialist, Leading Design and Survey and Research Institute of Industrial Technology, Moscow, Russia; ivanov_ag@mail.ru. Research interests: geotechnology of uranium mining by in-situ leaching, construction and operation of geotechnological wells.

Wilmis Alexander L., Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Geotechnological Methods and Physical Processes of Mining, Russian State Geological Prospecting University, Moscow, Russia; vilmisal@mrgi.ru. Research interests: geotechnological methods of mining, physical processes of mining.

Arsentyev Yuri A., Ph.D., Associate Professor, Russian State Geological Prospecting University, Moscow, Russia. Research interests: technique and technology of well construction, materials science.

Borovkov Yuri A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Geotechnological Methods and Physical Processes of Mining, Russian State Geological Prospecting University, Moscow, Russia; borovkovyu@mrgi.ru. Research interests: geotechnological methods of mining, physical processes of mining.

Вклад авторов в статью

Иванов А. Г. – разработка методологии анализа собранных материалов, их анализ, поиск решения поставленных задач, выводы, библиография, написание текста.

Вильмис А. Л. – обработка полученных материалов, редактирование текста.

Арсентьев Ю. А. – обработка полученных материалов, подготовка графических материалов.

Боровков Ю. А. – обработка полученных материалов, редактирование текста, перевод на английский язык.

The authors contribution to the article

Ivanov A. G. – development of a methodology for the analysis of the collected materials, their analysis, search for solutions to the problems, conclusions, bibliography, writing a text.

Wilmis A. L. – processing of the received materials, editing of the text.

Arsentyev Yu. A. – processing of the received materials, preparation of graphic materials.

Borovkov Yu. A. – processing of the received materials, editing the text, translation into English.

Для цитирования

Иванов А. Г., Вильмис А. Л., Арсентьев Ю. А., Боровков Ю. А. О некоторых особенностях сооружения и эксплуатации технологических скважин в криолитозоне // *Вестник Забайкальского государственного университета*. 2024. Т. 24, № 30. С. 70–78. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-70-78.

For citation

Ivanov A. G., Wilmis A. L., Arsenyev Yu. A., Borovkov Yu. A. On Some Features of Construction and Operation of Technological Wells in the Cryolithic Zone // *Transbaikal State University Journal*. 2024. Vol. 24, no. 30. P. 70–78. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-70-78.

Научная статья
УДК 622.7-9
DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-79-88

Исследование реагентного режима флотации одного из золоторудных месторождений Восточного Забайкалья

Татьяна Сергеевна Никанюк¹, Сергей Александрович Конашков²,
Наталья Сергеевна Понхожиева³

^{1,2,3}Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов,
г. Иркутск, Россия

¹tnikanuk@irgiredmet.ru, ²konashkov@irgiredmet.ru, ³pons@irgiredmet.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию
04.03.2024

Одобрена после
рецензирования 08.07.2024

Принята к публикации
06.08.2024

Ключевые слова:
химический состав,
минеральный состав,
флотация, реагентный
режим, содержание,
извлечение, золото,
КЭТГОЛ, КОН-92, жидкое
стекло, сульфидные руды

Актуальность исследования заключается в том, что конечный продукт флотации руды одного из золотосодержащих месторождений Восточного Забайкалья, подлежащий реализации, имеет низкое содержание золота. Объект исследования – технологическая проба процесса флотации хвостов гравитации руды золоторудного месторождения Восточного Забайкалья. Цель исследования – поиск оптимального реагентного режима процесса флотации для улучшения технологических показателей. Задачи исследования: изучение химического, минерального составов руды и исследование возможности применения реагентов на основе спиртов и сложных эфиров С4-С8 «КЭТГОЛ», «КЭТГОЛ улучшенный», «КОН-92» с целью оптимизации реагентного режима флотации. Методология исследования основывается на изучении свойств компонентов реагентов и их влиянии на процесс флотации. Вещественный состав руд изучали методами атомно-эмиссионного спектрального количественного анализа, рентгенофлуоресцентного, фазового атомно-абсорбционного анализов и атомно-эмиссионного анализа с индуктивно связанной плазмой ICP-AES. Массовую долю общего и органического углерода определяли методом инфракрасной абсорбции. Содержание золота в исходной руде приведено по данным пробирной плавки. При проведении опытов по флотации использовали оборудование Иркутского научно-исследовательского института благородных и редких металлов и алмазов. В результате исследований изучен вещественный состав руды и проведены лабораторные исследования флотационного обогащения пробы руды. Сформулирован следующий вывод по вещественному составу: изученная проба руды относится к первичному золото-кварцевому, умеренно-сульфидному минеральному типу руд. Содержание золота – 3,12 г/т, серебра – 6,9 г/т. Золото в руде в основном мелкое и тонкое, а его пробность составляет 708. Результаты по флотационному обогащению показали, что применение реагента «КЭТГОЛ» в качестве дополнительного собирателя к бутиловому ксантогенату калия в соотношении 2:1 при общем расходе 90 г/т является эффективным средством для повышения извлечения золота до ~87–89 %, при этом качество концентрата основной флотации остается на уровне ~15,5–16,5 г/т.

Original article

Research of the Reagent Use in the Flotation of Ore from a Gold Mine in Eastern Transbaikalia

Tatiana S. Nikanyuk¹, Sergey A. Konashkov², Natalia S. Ponkhozheva³

^{1,2,3}Irkutsk Research Institute of Precious and Rare Metals and Diamonds, Irkutsk, Russia

¹tnikanuk@irgiredmet.ru, ²konashkov@irgiredmet.ru, ³pons@irgiredmet.ru

Information about the article

Received 4 March 2024

Approved after review
8 July 2024

Accepted for publication
6 August 2024

The relevance of the problem is that the final product of flotation of the Eastern Transbaikalia deposit to be sold, has a low content. The object of the research is as follows: technological sample of the original ore of the gold deposit in Eastern Transbaikalia. The purpose of the research includes the search for the optimal reagent regime during the flotation process to improve technological performance. The research objectives are to study the chemical and mineral composition and to investigate the possibility of using reagents based on alcohols and C4-C8 esters "KETGOL", "KETGOL improved", "KON-92". The research methodology is based on studying

the properties of the components and their influence on the flotation process. The material composition of the ores has been studied by methods of atomic emission spectral quantitative analysis, X-ray fluorescence, phase atomic absorption analyzes and atomic emission analysis with inductively coupled plasma ICP-AES. The mass fraction of total and organic carbon is determined by the infrared absorption method. The gold content in the original ore is based on assay data. When conducting flotation experiments, the equipment of JSC Irgridmet has been used. As a result of the research, the material composition is studied and laboratory studies of flotation enrichment of the ore sample are carried out. Conclusions on the material composition are as follows: the studied ore sample belongs to the primary gold-quartz, moderate sulfide mineral type of ore. The gold content is 3.12 g/t, silver – 6.9 g/t. The gold in the ore is mostly small and thin, its fineness is 708. The results of flotation enrichment have showed that the use of the KETGOL reagent as an additional collector to potassium butyl xanthate (BX) in a 2:1 ratio with a total consumption of 90 g/t is an effective means of increasing gold recovery to ~87–89 %, with in this case, the quality of the main flotation concentrate remains at the level of ~15.5–16.5 g/t.

Keywords:

chemical composition, mineral composition, flotation, reagent use, content, recovery, gold, CATGOL, CON-92, liquid glass, sulphide ores

Введение. Одной из основных проблем в горно-перерабатывающей и металлургической промышленности является снижение качества сырья при флотационном обогащении золотосодержащих руд. Для определения областей и подбора условий применения флотационных реагентов на одном из золоторудных месторождений Восточного Забайкалья с целью повышения извлечения и качества концентратов использованы реагенты С4-С8 «КЭТГОЛ», «КЭТГОЛ улучшенный», «КОН-92» (производитель – ПАО «СИБУР Холдинг») и жидкое стекло.

Актуальность исследования заключается в том, что конечный продукт флотации (концентрат перераспределения руд) месторождения Восточного Забайкалья, подлежащий реализации, имеет низкое содержание.

Объект исследования – технологическая проба процесса флотации хвостов гравитации руды золоторудного месторождения Восточного Забайкалья.

Предмет исследования – реагентный режим золотосодержащей руды одного из месторождений Восточного Забайкалья.

Цель исследования – поиск оптимального реагентного режима при процессе флотации для улучшения технологических показателей обогащения.

Задачи исследования: изучить химический и минеральный состав золоторудного месторождения, исследовать возможность применения реагентов на основе спиртов и сложных эфиров С4-С8 «КЭТГОЛ», «КЭТГОЛ улучшенный», «КОН-92».

Методология и методы исследования основаны на изучении свойств компонентов реагентов и их влиянии на процесс флотации. Вещественный состав руд изучали методами атомно-эмиссионного спектрального

количественного анализа, рентгенофлуоресцентного, фазового атомно-абсорбционного анализов и атомно-эмиссионного анализа с индуктивно связанной плазмой ICP-AES. Массовую долю общего и органического углерода определяли методом инфракрасной абсорбции.

Исследования выполняли в соответствии с общепринятыми методиками химического, минерального составов и флотационного обогащения.

Содержание золота в исходной руде приведено по данным пробирной плавки, а содержание золота в монофракциях сульфидов и содержание серебра – по данным атомно-абсорбционного анализа. Минералогические исследования осуществляли на стереомикроскопе LivenhukZOOM1B. Минеральный состав пробы руды также оценивали по результатам рентгеноструктурного (дифрактометрического) анализа, выполненного на аппаратах XRD-6000, Shimadzu при Cu-фильтрованном излучении. При проведении опытов по флотации использовали оборудование Иркутского научно-исследовательского института благородных и редких металлов и алмазов.

Разработанность темы исследования. Вещественный состав проб золоторудного месторождения Восточного Забайкалья изучался Т.С. Никанюк в Иркутском научно-исследовательском институте благородных и редких металлов и алмазов с 2007 г. Кроме того, проанализировано и изучено применение флотационных реагентов «КЭТГОЛ», «КЭТГОЛ улучшенный», «КОН-92», которые при обогащении золотосодержащих руд данного месторождения Восточного Забайкалья с целью повышения извлечения и качества концентратов использованы впервые.

При флотации молибденсодержащих и золотосодержащих руд в качестве реагента для флотации применяют кубовый остаток нефтехимии, полученный при производстве бутиловых спиртов, масляных альдегидов, 2-этилгексанола, 2-этилгексановой кислоты, этилена-пропилена и этилбензола.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату с ксантогенатами, дитиофосфатами и жирными кислотами при флотации руд является кубовый остаток производства бутиловых спиртов методом оксосинтеза (КОБС).

В состав КОБС входят алифатические спирты – 50 %, сложные эфиры – 20 %, ацетали – 19 %, альдегиды – 10 %, углеводороды – 1 %.

Повышение технологических показателей обогащения руд достигается применением реагента для флотации руд, включающего кубовые остатки производства бутиловых спиртов методом оксосинтеза и дополнительно содержащего кубовые остатки производства масляных альдегидов, 2-этилгексанола, 2-этилгексановой кислоты, этилена-пропилена и этилбензола («КОН-2»).

Повышение технологических показателей при использовании заявляемого реагента объясняется благоприятным химическим составом и соотношением присутствующих в нём компонентов: насыщенных и ненасыщенных тяжёлых углеводородов алифатического и ароматического строения, высших альдегидов, спиртов, жирных кислот, простых и сложных эфиров.

Во всех изученных процессах большая длина углеводородных радикалов компонентов смеси является причиной высоких сорбительных свойств «КОН-92», а наличие полярных сорбционно-активных группировок обеспечивает необходимую для флотации прочность закрепления молекул реагента на минералах. При этом заявляемый реагент может использоваться как самостоятельный (при флотации молибденовых руд) и как дополнительный собиратель (при флотации золотосодержащих руд).

Вещественный состав руд данного золоторудного месторождения анализировали и изучали неоднократно [1–4; 9; 10; 12]. Выявлено, что руда относится к классу упорных руд [1; 14]. Для более глубокого исследования в области оптимизации реагентного режима процесса флотации золотосодержащей руды проанализированы работы других авторов [13; 14–16; 17].

Основные результаты исследования и их обсуждение.

1. Вещественный состав пробы руды. Поступившая на исследования проба руды отобрана непосредственно с конвейерной ленты, поступающей на обогатительную фабрику.

Химический состав пробы руды представлен в табл. 1, из данных которой видно, что проба более чем на 94 % состоит из литофильных компонентов с преобладанием диоксида кремния (61,0 %). Доля оксида алюминия равна 12,1 %. Сумма оксидов щелочей (K_2O+Na_2O) составляет 4,49 % с преобладанием оксида калия (2,91 %). Массовая доля оксидов кальция равна 4,02 %, магния – 2,64 %.

Таблица 1 / Table 1

Химический состав пробы руды / Chemical composition of the ore sample

Компоненты / Components	Массовая доля, % / Mass fraction, %	Компоненты / Components	Массовая доля, % / Mass fraction, %
SiO ₂	61,0	Cu	0,031
Al ₂ O ₃	12,1	Zn	0,043
TiO ₂	0,53	Sb	0,040
CaO	4,02	B	0,0006
Na ₂ O	1,58	Ba	0,072
K ₂ O	2,91	Bi	0,003
MnO	0,06	Be	0,0003
MgO	2,64	Co	0,0026
P ₂ O ₅	0,35	Cr	0,024
Fe _{общ.} / Fe _{total}	6,50	La	0,0043
Fe _{окисл.} / Fe _{oxidized}	2,10	Ni	0,0046
Fe _{сульф.} / Fe _{sulphide}	4,40	Sr	0,054
S _{общ.} / S _{total}	3,88	V	0,0073
S _{окисл.} / S _{oxidized}	<0,05	Y	0,0012
S _{сульфид} / S _{sulphide}	3,85	Zr	0,0047
As _{общ.} / As _{total}	1,50	C _{общ.} / C _{total}	0,6
As _{окисл.} / As _{oxidized}	0,03	C _{опр.} / C _{organic}	<0,1
As _{сульфид} / As _{sulphide}	1,47	Ag, г/т / Ag, g/t	6,9
Pb	0,12	Au, г/т / Au, g/t	3,12

Рудообразующие компоненты представлены, главным образом, железом, серой и мышьяком. Общая масса железа в пробе составляет 6,5 %. Количество сульфидного железа находится на уровне 4,4 %, оксидного – 2,1 %. Доля общей серы составляет 3,88 %, общего мышьяка – 1,50 %, которые практически полностью присутствуют в

сульфидной форме. На долю свинца приходится 0,12 %. Массовые доли меди, цинка и сурьмы не превышают сотых долей процента. Степень окисления руды, рассчитанная по железу, составляет 1 %. Исходя из этого, проба руды относится к первичному типу руд¹.

Качественный минеральный состав пробы руды, по данным рентгеноструктурного фазового (дифрактометрического) анализа, представлен (по мере убывания) кварцем, биотитом, калиевым полевым шпатом, плагиоклазами, пироксенами, пиритом, арсенопиритом, карбонатами, амфиболами и каолинитом.

Количественный минералогический анализ выполнен по методике Иркутского научно-исследовательского института благородных и редких металлов и алмазов. Минеральный состав пробы приведён с учетом данных рентгеноструктурного и химического анализов (табл. 2).

Как следует из табл. 2, проба руды на 88,9 % состоит из породообразующих минералов с преобладанием кварца (25,9 %), слюды (24,0 %), калиевого полевого шпата (15,0 %), плагиоклазов (11,0 %), которые по данным рентгеноструктурного анализа представлены олигоклазом и андезином. Пироксены составляют 5,0

%, карбонаты – 4,0 %, амфиболы – 2,0 %. Массовая доля глинистых образований и хлорита находится в пределах 2,0 %.

Рудные минералы в пробе представлены сульфидами (9,3 %), основными из которых являются пирит (5,9 %) и арсенопирит (3,2 %). В количестве по 0,1 % присутствуют галенит и халькопирит. В редких и единичных зёрнах отмечаются сфалерит и антимонит. По содержанию сульфидов проба относится к умеренно сульфидному типу руд.

Пирит является основным сульфидным минералом исследуемой пробы. В дроблёной руде крупностью минус 2,0 мм он наблюдается в основном в виде кубовидных кристаллов, их обломков, тонкозернистых агрегатов. Размер зёрен составляет 2,0–0,05 мм с преобладанием в интервале 2,0–0,16 мм.

Арсенопирит присутствует в основном в виде призматических, ромбовидных и неправильной формы зёрен размером основной массы 2,0–0,16 мм.

Галенит отмечается в виде кубовидных кристаллов, их обломков. Размер зёрен – до 0,1 мм.

Халькопирит зафиксирован в виде зёрен неправильной формы размером до 0,1 мм.

Сфалерит и *антимонит* встречаются в виде редких и единичных зёрен.

Таблица 2 / Table 2

Минеральный состав пробы руды / Mineral composition of the ore sample

<i>Минералы, их группы / Minerals, groups of minerals</i>	<i>Массовая доля, % / Mass fraction, %</i>
Кварц / Quartz	25,9
Слюды (биотит, мусковит, серицит) / Micas (biotite, muscovite, sericite)	24,0
Калиевый полевой шпат (ортоклаз) / Potassiumfeldspar (orthoclase)	15,0
Плагиоклазы (олигоклаз, андезин) / Plagioclases (oligoclase, andesine)	11,0
Пироксены (диопсид, гиперстен) / Pyroxenes (diopside, hypersthene)	5,0
Карбонаты (кальцит, анкерит, доломит) / Carbonates (calcite, ankerite, dolomite)	4,0
Амфиболы (роговая обманка, актинолит) / Amphiboles (hornblende, actinolite)	2,0
Каолинит, хлорит, монтмориллонит / Kaolinite, chlorite, montmorillonite	2,0
Сульфиды, в том числе: / Sulphides incl.:	9,3
Пирит / Pyrite	5,9
Арсенопирит / Arsenopyrite	3,2
Галенит / Galena	0,1
Халькопирит / Chalcopyrite	0,1
Сфалерит, антимонит / Sphalerite, antimonite	Редкие зёрна / Single grains
Оксиды титана (рутил, лейкоксен) / Titaniumoxides (rutile, leucosene)	0,5
Апатит / Apatite	0,8
Акцессорные: оливин / Accessory minerals: olivine	0,5
Итого: / Total:	100,0

¹ Лодейщиков В. В., Васильева А. В. Методические рекомендации по типизации руд, технологическому опробованию и картированию коренных месторождений золота. – Иркутск: Иргиредмет, 1997.

Глинистая фракция (~ 1,0 %) по данным рентгеноструктурного анализа представлена на 66 % слюдой (биотит) и глинистыми минералами в виде каолинита (19 %) и монтмориллонита (15 %).

Характеристика золота приводится на основании его изучения в гравиоцентрированных. Установлено, что цвет золотин в основном соломенно-жёлтый. Поверхность основной массы частиц золота неровная, мелкобугорчатая, шероховатая. Форма золотин в основном неправильная с неровными краями и короткими отростками, компактная, уплощённая, таблитчатая, удлиненная, комковатая, чешуйчатая. Некоторое количество золотин раскрывается частично и присутствует в виде сростков с кварцем и сульфидами. Частицы золота по цвету и характеру поверхности схожи во всех классах крупности.

Пробность золота по данным атомно-абсорбционного анализа составляет 708. Таким образом, золото в пробе руды относится к относительно низкопробному (интервал пробности – 700–799).

Гранулометрию золота изучали на материале продуктов гравитации. Гранулометрическая характеристика золота приведена в табл. 3.

Таблица 3 / Table 3

Гранулометрическая характеристика золота /
Gold particle size

Классы крупности, мм / Size, mm	Массовая доля, % / Mass fraction, %
Минус 1,0 + 0,5 / Minus 1,0 + 0,5	Не обнаружено / not detected
Минус 0,5 + 0,25 / Minus 0,5 + 0,25	1,3
Минус 0,25 + 0,16 / Minus 0,25 + 0,16	1,5
Минус 0,16 + 0,1 / Minus 0,16 + 0,1	12,6
Минус 0,1 + 0,071 / Minus 0,1 + 0,071	4,3
Минус 0,071 + 0,05 / Minus 0,071 + 0,05	5,6
Минус 0,05 / Minus 0,05	74,7
Итого: / Total:	100,0

Как видно из табл. 3, преобладают мелкие, тонкие и тонкодисперсные частицы золота (класс крупности минус 0,071 мм) – 80,3 %. Доля крупного золота (класс крупности +0,071 мм) составляет 19,7 %. Наибольшая массовая доля золота зафиксирована (12,6 %) в классе крупности минус 0,16+0,10 мм. На класс крупности минус 0,071 +0,05 мм приходится 5,6 %.

Для определения содержания золота в сульфидах проводили выборку монофракций минералов под биноклем, в классах крупности минус 2,0 +0,10 мм. По результатам атомно-абсорбционного анализа содержание золота в монофракции пирита составляет 16,6 г/т, арсенопирита – 13,2 г/т.

2. *Лабораторные исследования флотационного обогащения пробы руды.* Для проведения тестовых опытов предоставлены реагенты «КЭТГОЛ», «КЭТГОЛ улучшенный», «КОН-92» и жидкое стекло.

Реагент «КЭТГОЛ» представляет собой жидкость от тёмно-зелёного до тёмно-коричневого цвета с резким запахом органических растворителей. Он применяется в угольной промышленности для флотации угольных шламов, руд, а также для других целей. Реагент «КОН-92», кубовый остаток нефтехимии, – это однородная малолетучая жидкость от светло-коричневого до тёмно-коричневого цвета с резко выраженным запахом, содержащая высококипящие компоненты. В сравнении с известными собирателями при помощи кубового остатка нефтехимии достигаются более высокие технологические показатели флотации, высокая селективность, доступность на рынке, низкая токсичность и невысокая стоимость продукта. Имея в составе спирты, реагенты «КОБС» и «КЭТГОЛ» используются в качестве гетерополярных пенообразователей при флотации углей.

Для проведения исследований по флотационному обогащению руды золоторудного месторождения Восточного Забайкалья применена упрощённая схема основной флотации в условиях открытого цикла [5–8; 11; 13]. Питанием флотации являлись хвосты гравитации с содержанием золота 1,55 г/т. Проведён нулевой опыт по режиму, заложенному в ТР фабрики: собиратель – бутиловый ксантогенат калия (БКК) с расходом 60 г/т, вспениватель оксаль (Т-92) – 60 г/т. Плотность питания флотации составила 30 % твёрдого, рН~8,0–8,5 (схема проведения опытов по флотации приведена на рисунке, реагентный режим – в табл. 4). Для применения новых реагентов разработаны режимы флотации с применением реагентов «КЭТГОЛ», «КЭТГОЛ улучшенный» и «КОН-92», обладающие вспенивающими свойствами. Вспениватель Т-92 в опыты 1–7 не подавался. Результаты нулевого опыта и результаты тестовых опытов с применением новых реагентов-собирателей представлены в табл. 5.

Реагентный режим опытов, выполненных на пробе руды /
Reagent use in the flotation experiments on the ore sample

№ опыта / Experiment No.	Операция / Stage	Расход реагентов на 1 т руды					
		жидкое стекло/ Liquid glass	КЭТГОЛ / CATGOL	КЭТГОЛ Ул. / CATGOL modified	БКК / PBX	Т-92 / T-92	КОН-92 / CON-92
Нулевой / Zero	Основная / Basic	-	-	-	60	60	-
1	Основная / Basic	-	115	-	-	-	-
2	Основная / Basic	-	60	-	30	-	-
3	Основная / Basic	-	-	-	-	-	115
4	Основная / Basic	-	-	200	-	-	-
5	Основная / Basic	-	60	-	30	-	-
	Перечистка / Re-Cleaning	200	-	-	-	-	-
6	Основная / Basic	-	200	-	-	-	-
	Перечистка / Re-Cleaning	200	-	-	-	-	-
7	Основная / Basic	-	-	100	30	-	-
	Перечистка / Re-Cleaning	200	-	25	-	-	-



Схема флотационных опытов, выполненных на пробе руды /
Flowsheet of the flotation experiments on the ore sample

Таблица 5 / Table 5

Результаты флотационных опытов на пробе руды / Results of the flotation experiments on the ore sample

Наименование продуктов / Product	Выход, % / Yield, %	Содержание Au, г/т / Au content, g/t	Извлечение Au, % / Au recovery, %	Содержание Ag, г/т / Ag content, g/t	Извлечение Ag, % / Ag recovery, %
Нулевой опыт / Zero experiment					
Концентрат / Concentrate	7,6	16,80	83,7	55,40	80,1
Хвосты / Tailings	92,4	0,27	16,3	1,14	19,9
Итого: исходная руда / Total: feed ore	100,0	1,53	100,0	5,28	100,0
Опыт 1 / Experiment 1					
Концентрат / Concentrate	4,3	21,90	59,8	77,10	62,7
Хвосты / Tailings	95,7	0,66	40,2	2,05	37,3
Итого: исходная руда / Total: feed ore	100,0	1,57	100,0	5,27	100,0
Опыт 2 / Experiment 2					
Концентрат / Concentrate	8,6	16,20	87,4	56,40	84,1
Хвосты / Tailings	91,4	0,22	12,6	1,00	15,9

Окончание табл. 5

Наименование продуктов / Product	Выход, % / Yield, %	Содержание Au, г/т / Au content, g/t	Извлечение Au, % / Au recovery, %	Содержание Ag, г/т / Ag content, g/t	Извлечение Ag, % / Ag recovery, %
Итого: исходная руда / Total: feed ore	100,0	1,59	100,0	5,76	100,0
Опыт 3 / Experiment 3					
Концентрат / Concentrate	3,2	22,30	47,3	82,00	48,9
Хвосты / Tailings	96,8	0,83	52,7	2,86	51,1
Итого: исходная руда / Total: feed ore	100,0	1,52	100,0	5,41	100,0
Опыт 4 / Experiment 4					
Концентрат / Concentrate	11,3	11,00	79,2	41,30	82,1
Хвосты / Tailings	88,7	0,37	20,8	1,15	17,9
Итого: исходная руда / Total: feed ore	100,0	1,58	100,0	5,70	100,0
Опыт 5 / Experiment 5					
Концентрат, в том числе: / Concentrate, incl.:	9,1	15,57	88,6	51,24	83,4
Концентрат перерешетки / Re-Cleaning concentrate	6,1	18,50	70,6	64,69	70,6
Промпродукт перерешетки / Re-Cleaning middlings	3,0	9,60	18,0	23,90	12,8
Хвосты / Tailings	90,9	0,20	11,4	1,02	16,6
Итого: исходная руда / Total: feed ore	100,0	1,60	100,0	5,59	100,0
Опыт 6 / Experiment 6					
Концентрат, в том числе: / Concentrate, incl.:	7,4	14,78	68,6	46,76	64,6
Концентрат перерешетки / Re-Cleaning concentrate	1,5	40,90	39,1	153,00	43,5
Промпродукт перерешетки / Re-Cleaning middlings	5,9	8,00	29,5	19,20	21,1
Хвосты / Tailings	92,6	0,54	31,4	2,04	35,4
Итого: исходная руда / Total: feed ore	100,0	1,59	100,0	5,34	100,0
Опыт 7 / Experiment 7					
Концентрат, в том числе: / Concentrate, incl.:	7,7	14,62	75,9	46,67	70,4
Концентрат перерешетки / Re-Cleaning concentrate	3,3	20,90	46,5	69,00	44,6
Промпродукт перерешетки / Re-Cleaning middlings	4,4	9,90	29,3	29,90	25,7
Хвосты / Tailings	92,3	0,39	24,1	1,65	29,6
Итого: исходная руда / Total: feed ore	100,0	1,49	100,0	5,13	100,0

В нулевом опыте извлечение золота в концентрат основной флотации составило 83,7%, а содержание Au в нём – 16,80 г/т, выход – 7,6 %.

В результате замены БКК на «КЭТГОЛ» (опыт 1) выход концентрата сократился до 4,3 % с соответствующим снижением извлечения золота до 59,8 %.

При сочетании реагента «КЭТГОЛ» и БКК в соотношении 2:1 (опыт 2, опыт 5) увеличивается выход основного концентрата с 7,6 % (нулевой опыт) до 8,6% (опыт 2) до 9,1 % (опыт 5). Извлечение золота в основной концентрат увеличилось с 83,7% (нулевой опыт) до 87,7 % (опыт 2) и 88,6 % (опыт 5). За счёт увеличения выхода получен прирост извлечения Au в концентрат основной флотации в опытах 2 и 5 на 4 и 6,6 % соответственно.

При применении реагента «КОН-92» (опыт 3, расход 115 г/т) извлечение концентрата основной флотации снизилось в 2 раза в сравнении с нулевым опытом и составило 3,2 %, а извлечение золота упало до 47,3 %.

В результате замены БКК на «КЭТГОЛ улучшенный» в опыте 4 даже при увеличении его расхода до 200 г/т извлечение золота также получено ниже уровня нулевого опыта – 79,2 против 83,7 %.

Опыт 6 выполнен для сравнения эффективности действия флотационных реагентов «КЭТГОЛ» с «КЭТГОЛ улучшенный» (опыт 4). Выход концентрата флотации при использовании реагента «КЭТГОЛ» сократился с 11,3 % (с «КЭТГОЛ улучшенный») до 7,4 % с соответствующим снижением извлечения золота с 79,2 до 68,6 %.

Опыт 7 с использованием совместной подачи «КЭТГОЛ улучшенный» и БКК в соотношении 3:1 при общем расходе 120 г/т показал снижение уровня извлечения золота по сравнению с нулевым опытом.

Опыты 5–7 проведены с перечисткой основного концентрата с целью повышения качества конечного концентрата. Продолжительность перечистки составила 2 мин. В перечистку подавали жидкое стекло по аналогии с ранее выполненными исследованиями на этом типе руды. Подача жидкого стекла с расходом 200 г/т рекомендована ранее.

В опытах 5 и 7 перечистка основного концентрата прошла малоэффективно. Содержание золота повысилось с 15,57 до 18,50 г/т и с 14,62 до 20,90 г/т соответственно. В опыте 6 подача жидкого стекла в перечистку способствовала сокращению выхода концентрата с 7,4 до 1,5 % с повышением качества концентрата с 14,78 до 40,90 г/т. Однако извлечение золота в конечный продукт составило 39,1 %, потери с промпродуктом перечистки – 29,5 %.

Анализируя результаты по извлечению серебра, можно констатировать, что с повышением извлечения золота в концентрат основной флотации повышается извлечение серебра.

Выводы. По результатам исследований изученная проба руды относится к золото-кварцевому, умеренно сульфидному минеральному типу руд. По степени окисления железа (1 %) руда относится к первичному типу руд. Проба преимущественно состоит из литофильных элементов, с преобладанием оксида кремния (61,0 %). Рудообразующие компоненты представлены, главным образом, железом, серой и мышьяком. Общая

масса железа в пробе составляет 6,5 %, общей серы – 3,88 %, общего мышьяка – 1,50 %, которые в большей степени присутствуют в сульфидной форме. Главными породообразующими минералами пробы являются полевые шпаты, кварц и слюды. Суммарная доля сульфидов составляет 9,3 %. Ведущие сульфиды – пирит (5,6 %) и арсенопирит (3,2 %). Содержание золота в руде составляет 3,12 г/т. Золото в основном (80,3 %) мелкое и тонкое (класс крупности минус 0,071 мм). Его пробность находится на уровне 708‰ и относится к относительно низкопробному классу.

Проведённые исследования по применению реагентов «КЭТГОЛ», «КОН-92» и «КЭТГОЛ улучшенный» позволяют сделать следующие выводы:

1) замена БКК на реагенты «КЭТГОЛ», «КОН-92» и «КЭТГОЛ улучшенный» не показала повышение извлечения золота в основной концентрат;

2) использование реагента «КЭТГОЛ» в качестве дополнительного собирателя к БКК в соотношении 2:1 при общем расходе 90 г/т является эффективным для повышения извлечения золота до ~88 %, при этом качество концентрата основной флотации остаётся на уровне ~15,5–16,5 г/т.

Соответственно, исследуемый реагентный режим процесса флотации золотосодержащей руды одного из месторождений Восточного Забайкалья с применением реагента «КЭТГОЛ» как самостоятельного собирателя, так и в качестве дополнительного БКК не показал значительного улучшения извлечения золота в концентрат основной флотации. Соответственно, следует продолжить исследования

Список литературы

1. Абрамов Б. Н. Новые данные о формировании Верхне-Алиинского золоторудного и Нойон-Тологойского полиметаллического месторождений (Восточное Забайкалье) // Геосферные исследования. 2018. № 3. С. 34–42.
2. Бородина Н. А. Усовершенствование методики химической подготовки минерального сырья с низким содержанием золота // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. № 10-1. С. 118–121.
3. Гвоздев В. И., Гребенникова А. А., Вах А. С., Горячев Н. А., Федосеев Д. Г. Эволюция процессов минералообразования при формировании золото-редкометалльных руд Средне-Голготайского месторождения (Восточное Забайкалье) // Тихоокеанская геология. 2020. Т. 39, № 1. С. 70–91.
4. Горячев Н. А., Никанюк Т. С., Будяк А. Е. О рудной минерализации Верхне-Алиинского месторождения (Забайкальский край, Россия) // Современные направления развития геохимии: материалы Всерос. конф. (с участием зарубежных ученых), посвящ. 65-летию Института геохимии им. А. П. Виноградова и 105-летию со дня рождения академика Л. В. Таусона. Иркутск, 2022. С. 147–148.
5. Евдокимов С. И., Герасименко Т. Е. Разработка режима флотации золотосодержащих руд смесью воздуха с водяным паром // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2021. № 2. С. 162–167.
6. Евдокимов С. И., Герасименко Т. Е., Коңдратьев Ю. И. Поверхностные силы структурного происхождения в процессах флотации микродисперсного золота // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2020. № 2. С. 17–35.

7. Коннова Н. И., Гольсман Д. А., Бакшеева И. И., Тарасов А. В. Изучение вещественного состава и перспективность флотационного обогащения руды Раисинского месторождения // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2023. № 6.
8. Коннова Н. И., Чебокчинов И. П. Исследование процесса обогащения пробы руды Буреломного рудопроявления методом флотации // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2023. № 12.
9. Никанюк Т. С. Исследования вещественного состава на примере упорных золотосодержащих руд Верхне-Алиинского месторождения // *Золотодобыча*. 2023. № 7. С. 37–42.
10. Никанюк Т. С. Состав руд и характеристика самородного золотаодного из рудопроявлений Восточного Забайкалья // *Наука о Земле и недропользование*. 2023. Т. 46, № 1. С. 36–50.
11. Федотов П. К., Бурдонов А. Е., Новиков Ю. В., Терентьев Н. В., Богданюк И. О. Исследование переработки руд золоторудного месторождения флотационными методами. *Науки о Земле и недропользование*. 2022. Т. 45, № 2. С. 162–171.
12. Федотов П. К., Сенченко А. Е., Федотов К. В., Бурдонов А. Е. Исследование обогатимости полиметаллической руды месторождения Забайкальского края // *Обогащение руд*. 2019. № 3. С. 106–110.
13. Шумилова Л. В., Хатькова А. Н., Размахнин К. К., Простакишин М. Ф. Исследование экологически щадящих методов повышения извлечения золота из упорного минерального сырья // *Вестник Забайкальского государственного университета*. 2023. Т. 29, № 3. С. 74–90.
14. Юргенсон Г. А. Особенности химического состава пирита надрудной зоны Тасеевского золото-серебряного месторождения (Россия, Забайкалье) // *Вестник Забайкальского государственного университета*. 2021. Т. 27, № 5. С. 44–52.
15. Biagioni C., George L. L., Cook N. J., Makovicky E., Moelo Y., Pasero M., Sejkora J., Stanley C. J., Mark W.D. H., Bosi F. The tetrahedrite group: nomenclature and classification // *Am. Mineral*. 2020. Vol. 105, no. 1. P. 109–122.
16. Dong Y., Sun Y., Liu J., Shi X., Li H., Zhang J., Li S., Yi Y., Mo S., Fan L., Jiang L. *Advanced Science*. 2022.
17. Trul A. A., Chekusova V. P., Anisimov D. S., Borshchev O. V., Polinskaya M. S., Agina E. V., Ponomarenko S. A. *Advanced Electronic Materials*. 2022.

References

1. Abramov B. N. New data on the formation of the Verkhne-Aliinsky gold ore and Noyon-Tologoy polymetallic deposits (Eastern Transbaikalia). *Geospheric Studies*, no. 3, pp. 34–42, 2018. (In Rus.)
2. Borodina N. A. Improvement of the technique of chemical preparation of mineral raw materials with a low gold content. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, no. 10-1, pp. 118–121, 2022. (In Rus.)
3. Gvozdev V. I., Grebennikova A. A., Vakh A. S., Goryachev N. A., Fedoseev D. G. Evolution of mineral formation processes in the formation of gold-rare metal ores of the Sredne-Golgotai deposit (Eastern Transbaikalia). *Pacific Geology*, vol. 39, no. 1, pp. 70–91, 2020. (In Rus.)
4. Goryachev N. A., Nikanyuk T. S., Budyak A. E. On ore mineralization of the Verkhne-Aliinsky deposit (Zabaikalsky Krai, Russia). Modern directions of geochemistry development: materials of the All-Russian Conference (with the participation of foreign scientists), dedicated. The 65th anniversary of the Vinogradov Institute of Geochemistry and the 105th anniversary of the birth of Academician L. V. Towson. Irkutsk, 2022. P. 147–148. (In Rus.)
5. Evdokimov S. I., Gerasimenko T. E. Development of the flotation regime of gold-bearing ores with a mixture of air with water vapor. *Physico-Technical Problems of Mining*, no. 2, pp. 162–167, 2021. (In Rus.)
6. Evdokimov S. I., Gerasimenko T. E., Kondratiev Yu. I. Surface forces of structural origin in the flotation processes of microdispersed gold. *Mining Information and Analytical Bulletin*, no. 2, pp. 17–35, 2020. (In Rus.)
7. Konnova N. I., Golsman D. A., Baksheeva I. I., Tarasov A. V. Study of the material composition and prospects of flotation enrichment of the ore of the Raisinsky deposit. *International Scientific Research Journal*, no. 6, 2023. (In Rus.)
8. Konnova N. I., Chebokchinov I. P. Investigation of the ore sample enrichment process of the windfall ore occurrence by flotation. *International Scientific Research Journal*, no. 12, 2023. (In Rus.)
9. Nikanyuk T. S. Studies of the material composition on the example of persistent gold-bearing ores of the Verkhne-Aliinsky deposit. *Gold Mining*, no. 7, pp. 37–42, 2023. (In Rus.)
10. Nikanyuk T. S. Ore composition and characteristics of native gold ore from ore occurrences of Eastern Transbaikalia. *Earth Science and Subsoil Use*, vol. 46, no. 1, pp. 36–50, 2023. (In Rus.)
11. Fedotov P. K., Burdonov A. E., Novikov Yu. V., Terentyev N. V., Bogdanyuk I. O. Investigation of ore processing of a gold deposit by flotation methods. *Earth Sciences and Subsoil Use*, vol. 45, no. 2, pp. 162–171, 2022. (In Rus.)
12. Fedotov P. K., Senchenko A. E., Fedotov K. V., Burdonov A. E. Study of the enrichment of polymetallic ore deposits of the Trans-Baikal Territory. *Ore Enrichment*, no. 3, pp. 106–110, 2019. (In Rus.)
13. Shumilova L. V., Khatkova A. N., Razmakhnin K. K., Prostakishin M. F. Investigation of environmentally friendly methods for increasing gold extraction from stubborn mineral raw materials. *Transbaikal State University Journal*, vol. 29, no. 3, pp. 74–90, 2023. (In Rus.)

14. Jurgenson G. A. Features of the chemical composition of pyrite in the supra-ore zone of the Taseevsky gold and silver deposit (Russia, Transbaikalia). *Transbaikal State University Journal*, vol. 27, no. 5, pp. 44–52, 2021. (In Rus.)
15. Biagioni C., George L. L., Cook N. J., Makovicky E., Moelo Y., Pasero M., Sejkora J., Stanley C. J., Mark W.D. H., Bosi F. The tetrahedrite group: Nomenclature and classification // *American Mineralogist*, vol. 105, no. 1, pp. 109–122, 2020. (In Eng.)
16. Dong Y., Sun Y., Liu J., Shi X., Li H., Zhang J., Li S., Yi Y., Mo S., Fan L., Jiang L. *Advanced Science*. 2022. (In Eng.)
17. Trul A. A., Chekusova V. P., Anisimov D. S., Borshchev O. V., Polinskaya M. S., Agina E. V., Ponomarenko S. A. *Advanced Electronic Materials*. 2022. (In Eng.)

Информация об авторах

Никанюк Татьяна Сергеевна, научный сотрудник, Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов, г. Иркутск, Россия; tnikanuk@irgiredmet.ru. Область научных интересов: исследования, вещественный состав.

Конашков Сергей Александрович, заведующий лабораторией обогащения руд, Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов, г. Иркутск, Россия; konashkov@irgiredmet.ru. Область научных интересов: исследования, обогащение, разработка технологий.

Понхожиева Наталья Сергеевна, техник I категории, Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов, г. Иркутск, Россия; PoNS@irgiredmet.ru. Область научных интересов: исследования, обогащение, разработка технологий.

Information about the authors

Nikanyuk Tatiana S., researcher, Irkutsk Research Institute of Precious and Rare Metals and Diamonds, Irkutsk, Russia; tnikanuk@irgiredmet.ru. Research interests: researches, material composition.

Konashkov Sergey A., head of ore processing laboratory, Irkutsk Research Institute of Precious and Rare Metals and Diamonds, Irkutsk, Russia; konashkov@irgiredmet.ru. Research interests: researches, enrichment, technology development.

Ponkhozhiyeva Natalia S., technician I category, Irkutsk Research Institute of Precious and Rare Metals and Diamonds, Irkutsk, Russia; PoNS@irgiredmet.ru. Research interests: researches, enrichment, technology development.

Вклад авторов в статью

Никанюк Т. С. – разработка концепции статьи, проведение минералогических исследований, гранулометрическая характеристика, обработка результатов и расчётов, обзор литературы.

Конашков С. А. – разработка концепции статьи, экспериментальные и теоретические исследования, обработка результатов и расчётов, обзор литературы.

Понхожиева Н. С. – разработка концепции статьи, экспериментальные и теоретические исследования, обработка результатов и расчётов, обзор литературы, построение таблиц и графиков, оформление работы.

The authors' contribution to the article

Nikanyuk T. S. – development of the article concept, conducting mineralogical studies, granulometric characteristics, processing of results and calculations, literature review.

Konashkov S. A. – development of the article concept, experimental and theoretical studies, processing of results and calculations, literature review.

Ponkhozhiyeva N. S. – development of the article concept, experimental and theoretical research, processing of results and calculations, literature review, construction of tables and graphs, design of the work.

Для цитирования

Никанюк Т. С., Конашков С. А., Понхожиева Н. С. Исследование реагентного режима флотации одного из золоторудных месторождений Восточного Забайкалья // *Вестник Забайкальского государственного университета*. 2024. Т. 30, № 3. С. 79–88. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-79-88.

For citation

Nikanyuk T. S., Konashkov S. A., Ponkhozhiyeva N. S. Research of the Reagent use in the Flotation of Ore from a Gold mine in Eastern Transbaikalia // *Transbaikal State University Journal*. 2024. Vol. 30, no. 3. P. 79–88. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-79-88.

Научная статья
УДК 622.765.061
DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-89-100

Оптимизация технологии обогащения бедной технологически упорной золото-углеродсодержащей руды

Екатерина Ивановна Топычканова¹, Наталия Аркадьевна Дементьева²,
Владимир Михайлович Мулло³, Андрей Юрьевич Чикин⁴

^{1,2,3}Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов,

⁴Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

¹topychkanovaE@irgiredmet.ru, ²dema@irgiredmet.ru, ³Mullov@irgiredmet.ru, ⁴anchik53@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию
04.03.2024

Одобрена после
рецензирования 13.07.2024

Принята к публикации
06.08.2024

Ключевые слова:

упорные руды, органический
углерод, золото,
содержание, извлечение,
сорбционная активность,
флотоконцентрат,
реагент, депрессор,
флотация,
гравифлотоперечистка,
гидрометаллургия

Вовлечение в переработку упорных золотосодержащих руд влечёт за собой проблемы, связанные со сложностью их переработки. К категории упорных относятся руды, переработка которых осложнена тонкой вкрапленностью золота в сульфидные минералы, а также присутствием сорбционно активного углеродистого вещества. Объект исследования – процесс флотационного обогащения бедной дважды упорной золотосодержащей руды с применением новых реагентов-депрессоров углерода (далее – РДУ), а также технология гравифлотоперечистки концентрата основной флотации с последующим автоклавным окислением (далее – АО) концентратов и сорбционным цианированием кеков. Цель исследования – оптимизация технологии обогащения бедной по содержанию золота руды (0,6 г/т), технологически упорной к процессу цианирования, с получением высоких технологических показателей. Задачи исследования: снижение массовой доли органического углерода на стадии обогащения (ниже 0,6 %) в концентратах, поступающих на гидрометаллургическую переработку, проведение тестовых опытов по гидрометаллургической переработке полученного флотоконцентрата по таким двум вариантам схем, как АО исходного флотоконцентрата с последующим сорбционным цианированием кека, предварительная гравифлотоперечистка исходного флотоконцентрата с последующим АО концентрата перечистки и его сорбционным цианированием. Методология исследования основывается на изучении влияния РДУ на флотационные свойства органического углерода в процессе флотации. При проведении флотационных опытов использовано оборудование Иркутского научно-исследовательского института благородных и редких металлов и алмазов, установленное на участке полупромышленных испытаний (лабораторные мельницы, флотационные машины механического типа и вспомогательное оборудование). Исследования выполняли в соответствии с общепринятыми методиками рудоподготовки и флотационного обогащения. В результате достигнуто сокращение массовой доли органического углерода в концентрате флотации с 2 до 0,5 % за счёт применения новых РДУ. Использование новых РДУ при флотации упорных золото-углеродсодержащих руд позволило получить флотоконцентраты, пригодные для их дальнейшей металлургической переработки. Опыты по АО полученного флотоконцентрата основной флотации и последующему сорбционному цианированию кека АО показали, что извлечение золота из него составило 83,5 %. Применение предварительной гравифлотоперечистки флотоконцентрата перед АО позволило повысить извлечение золота до 96,6%.

Optimization of Low-Grade Refractory Gold Ore Processing

**Ekaterina I. Topychkanova¹, Natalia A. Dementieva²,
Vladimir M. Mullov³, Andrey Yu. Chikin⁴**

^{1,2,3}Irkutsk Research Institute of Precious and Rare Metals and Diamonds,

³Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

¹topychkanovaE@irgiredmet.ru, ²dema@irgiredmet.ru, ³Mullov@irgiredmet.ru, ⁴anchik53@mail.ru

Information about the article

Received 4 March 2024

Approved after review
13 July 2024

Accepted for publication
6 August 2024

Keywords:

refractory ores, organic carbon, gold, content, recovery, preg-robbing, flotation concentrate, reagent, depressor, flotation, gravity – cleaner flotation, hydrometallurgy

The processing of refractory gold ores is a challenging task. Refractory ores include ores that cannot be easily processed due to the fine dissemination of gold in sulphide minerals and the presence of preg-robbing carbonaceous matter. Two processes have been studied: flotation of low-grade double refractory gold ore using new carbon depression reagents; gravity – cleaner flotation of rougher flotation concentrate followed by pressure oxidation and the CIL treatment of POX cakes. The study is aimed to optimize the processing of low-grade (Au 0.6 g/t) refractory gold ore and achieve high process parameters. The study included the following steps: the reduction of organic carbon mass fraction (< 0.6 %) in concentrates reporting to hydrometallurgical treatment; experiments on the hydrometallurgical treatment of flotation concentrates using two process options: pressure oxidation (POX) of the initial flotation concentrate followed by the CIL treatment of POX cakes and preliminary gravity – cleaner flotation of the initial flotation followed by pressure oxidation and the CIL treatment of POX cakes. The research methodology is based on studying the influence of carbon depressant reagents on the flotation properties of organic carbon during the flotation process. When carrying out flotation experiments, the equipment of JSC Irigiredmet was used, installed at the semi-industrial testing site (laboratory mills, mechanical flotation machines and auxiliary equipment). The study is carried out in accordance with generally accepted methods of ore preparation and flotation concentration. The mass fraction of organic carbon in the flotation concentrate decreased from 2.0 to 0.5 %. It has been achieved by the use of new reagents for carbon depression (carbon depression reagents). The products of refractory gold ore flotation using new reagents for carbon depression were flotation concentrates suitable for further hydrometallurgical treatment. According to the experiments on rougher flotation concentrate pressure oxidation and subsequent POX cake cyanide leaching, the recovery of gold on the carbon adsorbent was 83.5 %. Preliminary gravity – cleaner flotation of the concentrate before pressure oxidation improved the loading of gold on the carbon adsorbent to 96.6 %.

Введение. Органический углерод, присутствующий в золотосодержащих рудах, может проявлять высокую сорбционную активность по отношению к растворённому в процессе цианирования золоту. Проявление или отсутствие сорбционной активности органического углерода различных месторождений, а также в пределах одного месторождения зависит от степени его метаморфизма, т.е. от структурного состояния углерода [12].

В процессе метаморфизма происходит постепенное изменение структуры углеродистого вещества от аморфных разновидностей разупорядоченного углерода в трёхмерно-порядоченную структуру графита. Аморфный углерод низших ступеней метаморфизма, обладающий высокой пористостью и дисперсностью, а также большей поверхностной активностью с ненасыщенными углеродными связями, является наиболее

сорбционно-активным по отношению к золоту [2; 9; 11]. В этом случае даже незначительное содержание аморфного органического углерода на уровне 0,1 % в составе руды повлечёт за собой значительные потери золота с хвостами технологического процесса [13].

Соответственно, необходимо разработать технологию, позволяющую эффективно перерабатывать руды, имеющие в своём составе аморфный сорбционно-активный органический углерод.

Актуальность исследования. В связи с истощением запасов легкообогатимых руд в настоящее время в переработку вовлекаются руды сложного вещественного состава, т.е. так называемые «упорные руды» [1; 8; 14]. Упорные золотосодержащие руды, в которых золото распределено на атомарном кластерном уровне в матрице сульфидных минералов, относятся к наиболее распространённому технологически упорному типу руд. Выс-

вободить тонковкрапленное золото возможно только с помощью разрушения кристаллической решётки минерала путём биологического или автоклавного окисления (далее – АО) [3; 10]. После полного АО упорных сульфидных концентратов при температуре 200 °С последующее извлечение золота методом цианирования может достигать 94–98%. Присутствие углеродистого вещества в золотосодержащих рудах является одной из основных причин потери золота в процессе гидрометаллургической переработки. Если в составе перерабатываемого материала присутствует сорбционно активный органический углерод, то извлечение золота цианированием падает на 5–50 % по сравнению с обычными упорными концентратами. Способность органического углерода адсорбировать на своей поверхности растворённое золото называется прег-роббингом [5].

Для предотвращения эффекта прег-роббинга и эффективной переработки упорных руд и концентратов требуется максимально сократить массовую долю органического углерода в продуктах, поступающих на гидрометаллургическую переработку. Одним из таких методов является депрессия органического углерода в процессе флотации с применением реагентов-депрессоров углерода (РДУ). Благодаря введению РДУ в процессе флотации упорной золото-углеродсодержащей руды удаётся сократить не только массовую долю органического углерода, но и сорбционную активность флотоконцентрата, поступающего на дальнейшую гидрометаллургическую переработку.

Объект исследования – процесс флотационного обогащения бедной дважды упорной золотосодержащей руды с применением новых РДУ, а также технология гравифлотоперечистки концентрата основной флотации с последующим АО концентратов и сорбционным цианированием кеков.

Предмет исследования – органический углерод, его поведение и способы удаления, новые реагенты-депрессоры и режимы их применения, режим гравифлотоперечистки, режим и условия применения АО и сорбционного цианирования.

Цель исследования – оптимизация технологии обогащения бедной по содержанию золота руды (0,6 г/т), технологически упорной к процессу цианирования с получением высоких технологических показателей.

Задачи исследования: снижение массовой доли органического углерода на ста-

дии обогащения (ниже 0,6 %) в концентратах, поступающих на гидрометаллургическую переработку, проведение тестовых опытов по гидрометаллургической переработке полученного флотоконцентрата по двум вариантам схем:

1) АО исходного флотоконцентрата с последующим сорбционным цианированием кека;

2) предварительная гравифлотоперечистка исходного флотоконцентрата с последующим АО концентрата перечистки и его сорбционным цианированием.

Методология и методы исследования. Методология исследования основывается на изучении влияния РДУ на флотационные свойства органического углерода в процессе флотации.

При проведении флотационных опытов использовано оборудование Иркутского научно-исследовательского института благородных и редких металлов и алмазов, установленное на участке полупромышленных испытаний (лабораторные мельницы, флотационные машины механического типа и вспомогательное оборудование). Исследования выполнялись в соответствии с общепринятыми методиками рудоподготовки и флотационного обогащения.

Разработанность темы исследования. Вопросом разработки оптимальной технологии переработки упорного золото-углеродсодержащего сырья занимались многие российские и зарубежные учёные, в частности И. Н. Плаксин, В. А. Чантурия, А. В. Афанасова, М. В. Комаров, В. В. Барченков, Л. М. Желтова, Р. Afenya, W. Gnaу, В. Рыке, G.L. Simmons и др.

Предложены различные технологические решения по переработке упорных золото-углеродсодержащих руд, включающие флотационные методы выведения углеродистого вещества в отдельный флотационный продукт на стадии предварительной угольной флотации, подавление органического углерода в процессе флотации с применением реагентов, выступающих в роли депрессоров органического углерода, предварительную обработку руд физико-энергетическими методами воздействия, такими как сверхвысокочастотная, электроимпульсная, магнитно-импульсная, электрохимическая обработки, электродинамическое и ударно-волновое воздействия, а также пирометаллургические и другие методы подготовки руды к металлургической переработке.

Несмотря на изученность темы, проблема переработки сорбционно-активных руд и концентратов остаётся актуальной и имеет научную, а также практическую значимость.

Результаты исследования. В ходе проведения исследований изучено влияние ряда РДУ, относящихся к классу органических полимеров, сложных высокомолекулярных углеводов, а также композитных продуктов органического синтеза с различными модифицирующими добавками [15; 17].

Среди изученных реагентов выбрано два, давших наилучшие технологические показатели. К данным реагентам относятся МДК и Супролост [16]. Использование данных реагентов позволило сократить не только содержание органического углерода во флотоконцентрате с 2 до 0,5%, но и их сорбционную активность с 93 до 52 %. С этим уровнем сорбционной активности концентрат может

быть переработан по CIL-технологии (уголь в растворе выщелачивания).

С использованием данных реагентов разработан оптимальный реагентный режим, представленный в табл. 1.

С целью подавления шламов пустой породы в цикле измельчения предусмотрена подача жидкого стекла (ЖС) с расходом 100 г/т. Оптимальная крупность измельчения руды 75–80 %-го класса – минус 0,071 мм. Подача реагентов РДУ предусмотрена в каждую операцию флотации с общим расходом 250 г/т. Для активации сульфидов, в частности пирита и арсенопирита, в сульфидную флотацию подаётся раствор медного купороса с расходом 50 г/т. Опыты по подбору РДУ проводили по схеме открытого цикла, представленной на рис. 1.

Полученные результаты представлены в табл. 2 и на рис. 2, 3.

Таблица 1 / Table 1

Параметры флотационного процесса / Parameters of flotation experiments

Наименование операции / Process	Расход реагентов, г/т руды / Reagent consumption, g/t of ore					Время флотации, мин / Flotation time, min
	жидкое стекло / Liquid glass	РДУ / CDR	CuSO ₄ / CuSO ₄	БКК / PBX	T-92 / T-92	
Измельчение / Grinding	100	-	-	-	-	$\beta_{71}=75-80\%$
Сульфидная флотация / Sulphide flotation	-	150	50	60	40	2
Основная флотация / Rougher flotation	-	50	-	40	10	4
Контрольная флотация / Scavenger flotation	-	50	-	30	10	5
Итого: / Total:	100	250	50	130	60	11

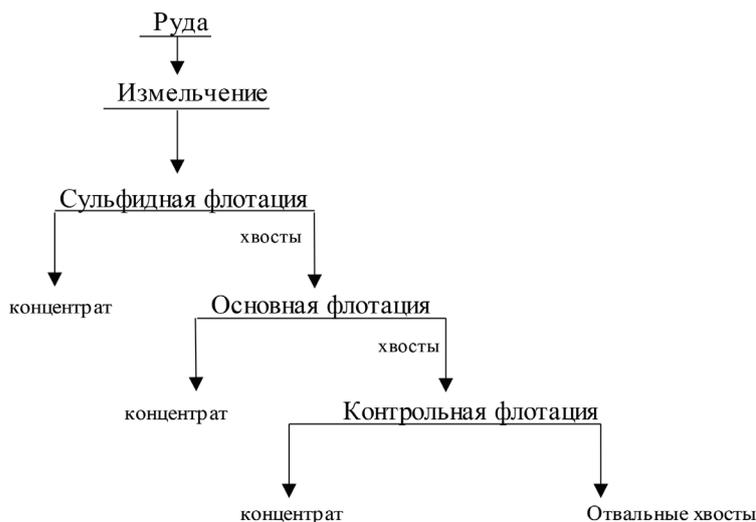


Рис. 1. Схема проведения флотационных опытов в открытом цикле
Fig. 1. Flowsheet of the flotation experiments

Таблица 2 / Table 2

Результаты флотационных тестов с использованием выбранных РДУ / Results of the flotation experiments using selected CDRs

Продукты / Product	Выход, % / Yield, %	Au / Au		C _{орг} / C _{organic}		Тип РДУ / CDR type
		β, г/м / Content, g/t	ε, % / Recovery, %	β, г/м / Content, g/t	ε, % / Recovery, %	
Концентрат сульфидной флотации / Sulphide flotation concentrate	1,54	22,6	56,94	1,56	5,36	Без РДУ / No CDR
Концентрат основной флотации / Basic flotation concentrate	3,00	5,90	28,96	2,80	18,73	
Суммарный концентрат / Total concentrate	4,54	11,56	85,90	2,379	24,09	
Концентрат контрольной флотации / Control flotation concentrate	2,50	1,29	5,28	1,891	10,54	
Хвосты контрольной флотации / Control flotation tailings	92,96	0,06	8,82	0,315	65,37	
Руда по балансу / Ore (balance)	100,00	0,61	100,00	0,448	100,00	
Концентрат сульфидной флотации / Sulphide flotation concentrate	1,10	24,80	43,88	0,43	1,08	
Концентрат основной флотации / Basic flotation concentrate	1,80	14,50	41,98	0,57	2,35	
Суммарный концентрат / Total concentrate	2,90	18,40	85,86	0,52	3,43	
Концентрат контрольной флотации / Control flotation concentrate	2,11	1,80	6,11	0,59	2,84	
Хвосты контрольной флотации / Control flotation tailings	94,99	0,05	8,02	0,43	93,73	
Руда по балансу / Ore (balance)	100,00	0,62	99,99	0,44	100,00	
Концентрат сульфидной флотации / Sulphide flotation concentrate	0,95	25,60	40,02	0,39	0,85	СУПРОЛОСТ / SU-PROLOST
Концентрат основной флотации / Basic flotation concentrate	1,96	14,10	45,44	0,59	2,66	
Суммарный концентрат / Total concentrate	2,91	17,86	85,46	0,53	3,51	
Концентрат контрольной флотации / Control flotation concentrate	2,23	1,24	4,55	0,72	3,69	
Хвосты контрольной флотации / Control flotation tailings	94,86	0,06	9,99	0,43	92,85	
Руда по балансу / Ore (balance)	100,00	0,61	100,00	0,44	100,00	

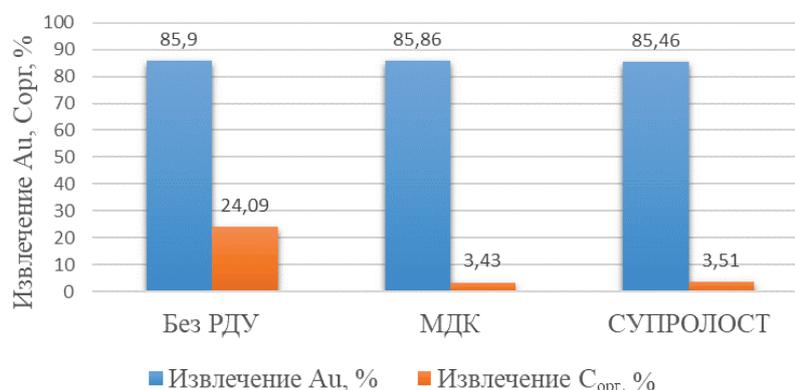


Рис. 2. Зависимость извлечения Au, C_{орг}, % от применяемых РДУ /
Fig. 2. Recovery of Au and Corganic as a function of a CDR type

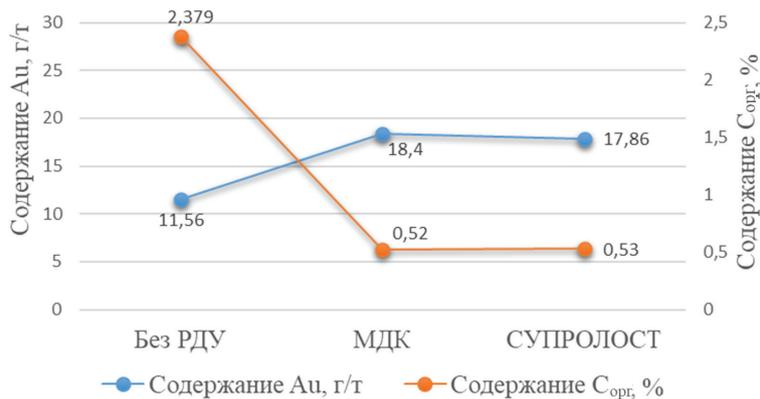


Рис. 3. Зависимость содержания Au г/т, C_{орг}%, от применяемых РДУ /
Fig. 3. Content of Au and Corganic as a function of a CDR type

Как показали проведённые исследования, без применения РДУ в процессе флотации на данной руде получают высокоуглеродистые концентраты с содержанием органического углерода 2,379 % при извлечении золота 85,90 % и содержании золота 11,56 г/т (см. табл. 2, рис. 2, 3). Сорбционная активность данного флотоконцентрата, проверенная по методике Иркутского научно-исследовательского института благородных и редких металлов и алмазов, составила 93 %, что не позволяет вовлекать его в переработку гидрометаллургическим способом, т. к. это приведет к неизбежным потерям золота, вызванным сорбцией металла на поверхности углеродистого вещества (УВ). Такая «паразитная» способность углеродистого вещества носит англоязычное название «прегг-робинг» (pregg-robbing). Различают прегг-робинг первого и второго типов. Первый тип – хлоридный или автоклавный прегг-робинг, который проявляется в процессе АО и представляет собой сорбцию золото-хлоридного комплекса на поверхности УВ. Второй тип прегг-робинга происходит в процессе цианирования. Органический углерод, проявляя повышенную сорбционную активность по отношению к золото-цианистому комплексу, сорбирует на своей поверхности растворённое в процессе цианирования золото. Сорбированное золото в обоих видах прегг-робинга уходит в хвосты и не извлекается [4; 6].

При использовании в качестве РДУ МДК содержание органического углерода в суммарном флотоконцентрате снизилось и составило 0,52 %, извлечение золота сохранилось на уровне 85,86 %, но при этом достигнуто качество концентрата до 18,40 г/т золота за счёт сокращения выхода концентрата (см. табл. 2,

рис. 2, 3). Сорбционная активность данного флотоконцентрата снизилась до 52 %.

Использование в качестве РДУ Супрололст позволило снизить содержание органического углерода во флотоконцентрате до 0,53 %, извлечение золота составило 85,46 % при содержании золота 17,86 г/т (см. табл. 2, рис. 2, 3). Сорбционная активность флотоконцентрата составила 60 %. С этим уровнем сорбционной активности концентрат может быть переработан по CIL-технологии (уголь в растворе выщелачивания).

Дальнейшие исследования были направлены на проведение гидрометаллургических тестов по двум вариантам схем:

1) АО исходного флотоконцентрата с последующим сорбционным цианированием кеков АО;

2) предварительная гравифлотоперечистка исходного флотоконцентрата с последующим АО концентрата перечистки и его сорбционным цианированием.

Для реализации тестов наработан флотоконцентрат в замкнутом цикле по схеме, представленной на рис. 4, с применением в качестве депрессора углерода РДУ Супрололст.

В процессе наработки концентрата флотации получен флотоконцентрат с содержанием золота 11,0 г/т, органического углерода – 0,59 %, серы сульфидной – 16,98 %, железа сульфидного – 16,1 %. Извлечение золота в суммарный концентрат составило 87,44 % при выходе 4,82 %. Увеличение выхода флотоконцентрата замкнутого цикла повлекло за собой снижение качества полученного концентрата до 11 г/т (по сравнению с показателями, полученными в открытом цикле флотации, – 17,86 г/т) (табл. 3).

Тестовые опыты по гравифлотоперечистке концентрата проводили по схеме, представленной на рис. 5. Операции гравитационного обогащения осуществляли с использованием лабораторной гидроциклонной установки, оснащённой гидроциклоном ГЦ-26 с углом конусности 20°.

Операцию флотоперечистки вели в лабораторной флотомашине с объёмом камеры 3 л. В процесс дополнительно вводили РДУ Супролост, а также подавали собиратель БКК – 15 г/т, вспениватель Т-92 из расчёта 20 г/т. Результаты гравифлотоперечистки представлены в табл. 4.

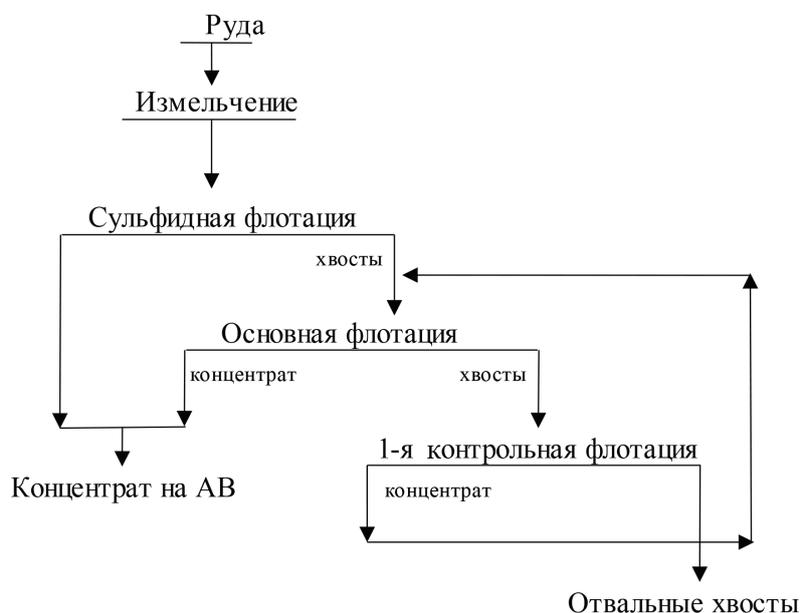


Рис. 4. Схема наработки концентрата для гидрометаллургических тестов в замкнутом цикле / **Fig. 4.** Flowsheet of the concentrate production for closed-cycle hydrometallurgical tests

Таблица 3 / Table 3

Результаты наработки концентратов флотации / Results of the flotation concentrate production

Продукты обогащения / Processing product	Выход, % / Yield, %	Золото / Gold		Органический углерод / Organic carbon		Сера сульфидная / Sulphide sulphur		Железо сульфидное / Sulphide iron	
		β , г/т / Content, g/t	ϵ , % / Recovery, %	β , % / Content, %	ϵ , % / Recovery, %	β , % / Content, %	ϵ , % / Recovery, %	β , % / Content, %	ϵ , % / Recovery, %
Концентрат флотации / Flotation concentrate	4,82	11,00	87,44	0,594	6,47	16,98	92,17	16,10	94,24
Хвосты флотации / Flotation tailings	95,18	0,08	12,56	0,435	93,53	0,070	7,83	0,050	5,76
Руда по балансу / Ore (balance)	100,0	0,606	100,0	0,443	100,0	0,851	100,0	0,827	100,0

В результате гравифлотоперечистки флотоконцентрата, содержащего сульфиды на уровне 35 %, общий выход концентрата перечистки (пески ГЦ) составил 41,81 % при извлечении в него золота и сульфидов выше 90 %, углерода органического – 21,8 %. Содержание золота выросло с 11,00 г/т до 24,8 г/т, а массовая доля углеродистого ве-

щества снизилась с 0,60 до 0,31 %, что свидетельствует о существенном улучшении качества концентрата.

По имеющемуся опыту [7], дополнительная гравифлотоперечистка положительно влияет на качественно-количественные показатели последующего процесса гидрометаллургической переработки концентрата.

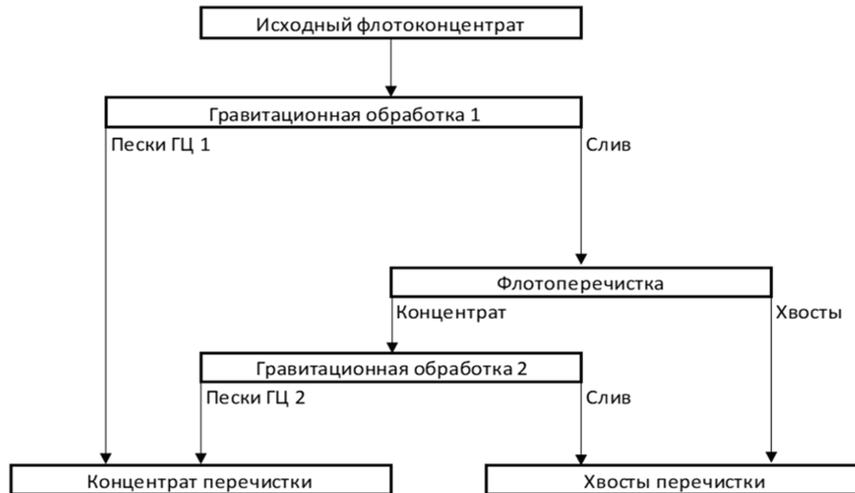


Рис. 5. Схема тестовых экспериментов по гравифлотоперечистке флотоконцентрата / **Fig. 5.** Flowsheet of the experiments on flotation concentrate treatment by gravity-cleaner flotation

Таблица 4 / Table 4

Результаты гравифлотоперечистки флотоконцентрата / Results of gravity – re-cleaning flotation of the flotation concentrate

Продукт / Product	Выход, % / Yield, %	Содержание г/т, % / Content, g/t, %				Распределение, % от исходного / Distribution, %			
		Au / Au	$C_{орг} / C_{organic}$	S_s / S_s	Fe_s / Fe_s	Au / Au	$C_{орг} / C_{organic}$	S_s / S_s	Fe_s / Fe_s
Гравитационная обработка (ГЦ) 1 / Gravity processing (cyclone) 1									
Пески ГЦ 1 / Cyclone underflow 1	36,03	24,86	0,29	35,30	38,20	81,41	17,41	78,11	76,79
Слив ГЦ 1 / Cyclone overflow 1	63,97	3,22	0,77	5,58	6,51	18,59	82,59	21,89	23,21
Исх. продукт / Initial product	100,00	11,00	0,60	16,28	17,92	100,00	100,00	100,00	100,00
Флотоперечистка / Re-Cleaning flotation									
Концентрат / Concentrate	23,70	11,55	1,04	20,30	21,70	15,80	26,44	18,87	18,33
Хвосты / Tailings	76,30	0,64	0,69	0,94	1,71	2,79	56,15	3,02	4,88
Исх. продукт / Initial product	100,00	3,22	0,77	5,58	6,51	18,59	82,59	21,89	23,21
Гравитационная обработка (ГЦ) 2 / Gravity processing (cyclone) 2									
Пески ГЦ 2 / Cyclone underflow 2	38,15	20,70	0,45	33,70	36,60	10,81	4,37	11,95	11,80
Слив ГЦ 2 / Cyclone overflow 2	61,85	5,90	1,40	12,10	12,60	4,99	22,06	6,92	6,54
Исх. продукт / Initial product	100,00	11,55	1,04	20,30	21,70	15,80	26,44	18,87	18,33
Общие пески / Total underflow	41,81	24,28	0,31	35,08	37,98	92,14	21,80	90,20	88,73
Общие хвосты / Total tailings	58,19	1,49	0,80	2,74	3,46	7,86	78,20	9,80	11,27
Итого: / Total:	100,00	11,02	0,60	16,26	17,90	100,00	100,00	100,00	100,00

Полученный концентрат гравифлотоперечистки (общие пески ГЦ), а также исходный флотоконцентрат основной флотации были подвергнуты кислотной обработке серной кислотой при концентрации 10 г/л в течение 1 ч и дальнейшему АО в лабораторном ав-

токлаве с рабочим объёмом 1 л. Существует технология с использованием азотной кислоты [18].

Исходные данные проб, подвергнутых АО, приведены в табл. 5. Результаты АО представлены в табл. 6.

Таблица 5 / Table 5

**Исходные данные концентратов, поступивших на АО /
Initial characteristics of the concentrates reporting to POX**

Проба / Sample	Содержание в исходном концентрате / Content in initial concentrate, %			
	Au, г/т / Au, g/t	Fe _s , % / Fe _s , %	S _s , % / S _s , %	C _{орг} / C _{organic} , %
Исходный флотоконцентрат / Initial flotation concentrate	11,02	16,10	17,00	0,60
Концентрат гравифлотоперечистки / Gravity – re-cleaning flotation concentrate	24,28	37,98	35,08	0,31

Таблица 6 / Table 6

Результаты АО проб / Results of POX

Проба / Sample	Массовая доля, % / Mass fraction, %				Содержание Au в кеке АО, г/т / Content in POX cake, g/t
	Fe _s / Fe _s	S _s / S _s	S _{сульфат.} / S _{sulphate}	C _{орг.} / C _{organic}	
Исходный флотоконцентрат / Initial flotation concentrate	0,98	1,14	0,93	0,78	28,95
Концентрат гравифлотоперечистки / Gravity – re-cleaning flotation concentrate	0,14	0,27	0,29	0,87	87,90

Эффективность процесса АО оценивали по степени разложения сульфидной серы, которая составила 93,0% для исходного флотоконцентрата, 99,2 % – для концентрата гравифлотоперечистки.

Кеки АО подвергали цианированию в агитационном режиме по методике определения сорбционной активности [4]. В качестве сорбента использовали активированный уголь с загрузкой 10 об. %.

Результаты опытов по цианированию проб окисленных продуктов в агитационном режиме показывают, что извлечение золота на угольный сорбент из исходного флотоконцентрата составило 83,5 %, а извлечение золота из концентрата гравифлотоперечистки – 96,6 %.

Сорбционная активность кека АО от исходного флотоконцентрата оказалась на уровне 63 %, концентрата гравифлотоперечистки – 18,72%, что свидетельствует о существенном улучшении технологического качества продукта.

Сквозное извлечение золота по двум вариантам схем составило:

1) без гравифлотоперечистки концентрата – 72,92 %;

2) с гравифлотоперечисткой концентрата – 77,83%.

Выводы. Предложенные РДУ МДК и Супролост позволяют получить флотоконцентраты с содержанием органического углерода менее 0,6 %, что соответствует поставленной цели выполнения работ по оптимизации технологии обогащения упорной руды для автоклавного вскрытия с последующим сорбционным цианированием. За счёт использования РДУ в процессе флотации происходит повышение качества получаемого концентрата по золоту, благодаря подавлению шламов пустой породы, без снижения показателей по извлечению золота на уровне 85 %.

Гравифлотоперечистка флотоконцентрата основной флотации, как дополнительная операция предварительной подготовки материала к цианированию, позволила сократить массовую долю органического углерода в нём с 0,6 до 0,31 %, снизить его сорбционную активность с 63 до 18,72 %. Снижение сорбционной активности положительно повлияло на показатели последующего процесса гидрометаллургической переработки и дало прирост извлечения по золоту на уровне 13 % от операции и на уровне 5 % от руды.

Список литературы

- Александрова Т. Н., Хайдэ Г., Афанасова А. В. Оценка упорности золотосодержащих руд на основе интерпретации данных термического анализа // Записки Горного института. 2019. Т. 235. С. 20–37.
- Баликов С. В., Богородский А. В., Болдырев А. В., Гудков С. С., Дзгоев Ч. Т., Емельянов Ю. Е., Епифоров А. В. Автоклавное окисление золотосодержащих руд и концентратов. Иркутск: Иргиредмет, 2016. 471 с.

3. Баликов С. В., Дементьев В. Е. Золото: свойства. Геохимические аспекты. Иркутск: Иргиредмет, 2015. 326 с.
4. Барченков В. В. Сорбционная активность золотосодержащих руд и технологии их переработки // Золотодобыча. 2021. № 6. С. 15–19.
5. Воробьев-Десятковский Н. В., Епифанов А. В. Автоклавное окисление дважды упорных золотосодержащих руд. Проблемы и пути решения // Минерально-сырьевой комплекс России – новые рубежи и вызовы: X Горнопромышленный форум. М., 2014.
6. Гордеев Г. В., Петров А. В., Хасанов О. В., Северинова Д. В. Обзор современных технологий переработки упорных золотосодержащих руд и концентратов с применением азотной кислоты // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2022. Т. 333, № 1. С. 214–224.
7. Дементьева Н. А., Муллов В. М., Бывальцев В. В. Испытания инновационной технологии переработки углистой золотосодержащей руды // Сборник трудов АО «Иргиредмет». Иркутск, 2022. 8 с.
8. Захаров Б. А., Меретуков М. А. Золото: упорные руды. М.: Руда и Металлы, 2013. 452 с.
9. Меретуков М. А. Золото и природное углеродистое вещество. М.: Руда и Металлы, 2007. 112 с.
10. Мязин В. П., Шумилова Л. В., Минеев Г. Г., Баранов В. В. Переработка упорных сульфидных концентратов, содержащих благородные металлы, на основе бактериального окисления // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2017. № 7. С. 67–78.
11. Развозжаева Э. А. Геохимия углерода и благородных металлов в осадочно-метаморфических комплексах складчатого обрамления сибирской платформы. Новосибирск: Гео, 2015. 135 с.
12. Развозжаева Э. А., Будяк А. Е., Прокочук С. И. Сорбционная активность нерастворимого углеродистого вещества черносланцевых образований в процессе регионального метаморфизма (Байкало-Патомское нагорье) // Геохимия. 2013. № 1.
13. Санакулов К. С., Мустакимов О. М., Эргашев У. А., Ахатов Н. А. О целесообразности применения комбинированных технологий для переработки особо упорных золотосульфидных руд // Цветные металлы. 2016. № 2. С. 9–14.
14. Секисов А. Г., Рубцов Ю. И., Шевченко Ю. С., Лавров А. Ю., Трубачев А. И., Салихов В. С., Петухов А. А. Инновационные геотехнологии освоения труднообогатимого (упорного) минерального сырья // Вестник Забайкальского государственного университета. 2020. Т. 26, № 1. С. 52–59.
15. Топычканова Е. И., Дементьева Н. А. Поиск новых реагентов-депрессоров углерода при флотации упорных золотосодержащих руд // Золотодобыча. 2023. № 8. С. 7–11.
16. Топычканова Е. И., Дементьева Н. А., Чикин А. Ю. Депрессия углеродистого вещества при флотации золота из упорных руд // Материалы международной конференции «Плаксинские чтения – 2023». М., 2023. С. 330–333.
17. Bulatovic S., Wyslouzul D. M. Selection and evaluation of different depressants systems for flotation of complex sulphide ores // Minerals Engineering. 1995. Vol. 8, no. 1/2. P. 63–76.
18. Gordeev D. V., Fomenko I. V., Shneerson Ya. M., Petrov. G. V. Processing of carbonaceous gold-containing concentrates by autoclave oxidation with the addition of nitric acid as a secondary oxidizer // Obogashchenie Rud. 2023. № 5. P. 18–24.

References

1. Alexandrova T. N., Haide G., Afanasova A. V. Assessment of the persistence of gold-bearing ores based on the interpretation of thermal analysis data. Notes of the Mining Institute, vol. 235, pp. 20–37, 2019. (In Rus.)
2. Balikov S. V., Bogorodsky A. V., Boldyrev A. V., Gudkov S. S., Dzgoev Ch. T., Yemelyanov Yu. E., Epiforov A. V. Autoclave oxidation of gold-bearing ores and concentrates. Irkutsk: Irgiredmet, 2016. 471 p. (In Rus.)
3. Balikov S. V., Dementyev V. E. Gold: properties. Geochemical aspects. Irkutsk: Irgiredmet, 2015. 326 p. (In Rus.)
4. Barchenkov V. V. Sorption activity of gold-bearing ores and technologies of their processing. Gold Mining, no. 6, pp. 15–19, 2021. (In Rus.)
5. Vorobyov-Desyatovsky N. V., Epifanov A. V. Autoclave oxidation of doubly resistant gold-bearing ores. Problems and solutions. The mineral resource complex of Russia – new frontiers and challenges: X Mining Forum. Moscow, 2014. (In Rus.)
6. Gordeev G. V., Petrov A. V., Khasanov O. V., Severinova D. V. Review of modern technologies for processing resistant gold-bearing ores and concentrates using nitric acid. Proceedings of Tomsk Polytechnic University. Georesource Engineering, vol. 333, no. 1, pp. 214–224, 2022. (In Rus.)
7. Dementieva N. A., Mullov V. M., Byvaltsev V. V. Tests of innovative technology for processing carbonaceous gold ore. Proceedings of JSC Irgiredmet. Irkutsk, 2022. 8 p. (In Rus.)
8. Zakharov B. A., Meretukov M. A. Gold: stubborn ores. Moscow: Ore and Metals, 2013. 452 p. (In Rus.)
9. Meretukov M. A. Gold and natural carbonaceous matter. Moscow: Ore and Metals, 2007. 112 p. (In Rus.)

10. Myazin V. P., Shumilova L. V., Mineev G. G., Baranov V. V. Processing of resistant sulfide concentrates containing precious metals based on bacterial oxidation. *News of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*, no. 7, pp. 67–78, 2017. (In Rus.)
11. Razvozhzaeva E. A. Geochemistry of carbon and precious metals in sedimentary-metamorphic complexes of the folded frame of the Siberian platform. Novosibirsk: Geo, 2015. 135 p. (In Rus.)
12. Razvozhzaeva E. A., Budyak A. E., Prokopchuk S. I. Sorption activity of insoluble carbonaceous matter of black shale formations in the process of regional metamorphism (Baikal-Patom upland). *Geochemistry*, no. 1, 2013. (In Rus.)
13. Sanakulov K. S., Mustakimov O. M., Ergashev U. A., Akhatov N. A. On the expediency of using combined technologies for processing especially resistant gold sulfide ores. *Non-Ferrous Metals*, no. 2, pp. 9–14, 2016. (In Rus.)
14. Sekisov A. G., Rubtsov Yu. I., Shevchenko Yu. S., Lavrov A. Yu., Trubachev A. I., Salikhov V. S., Petukhov A. A. Innovative geotechnologies for the development of hard-to-enrich (resistant) mineral raw materials. *Transbaikal State University Journal*, vol. 26, no. 1, pp. 52–59, 2020. (In Rus.)
15. Topychkanova E. I., Dementieva N. A. Search for new carbon depressant reagents during flotation of resistant gold-bearing ores. *Gold Mining*, no. 8, pp. 7–11, 2023. (In Rus.)
16. Topychkanova E. I., Dementieva N. A., Chikin A. Yu. Depression of carbonaceous matter during flotation of gold from stubborn ores. Proceedings of the international conference “Plaksin readings – 2023”. Moscow, 2023. P. 330–333. (In Rus.)
17. Bulatovic S., Wyslouzul D. M. Selection and evaluation of different depressants systems for flotation of complex sulphide ores. *Minerals Engineering*, vol. 8, no. 1/2, pp. 63–76, 1995. (In Eng.)
18. Gordeev D. V., Fomenko I. V., Shneerson Ya. M., Petrov. G. V. Processing of carbonaceous gold-containing concentrates by autoclave oxidation with the addition of nitric acid as a secondary oxidizer. *Obogashchenie Rud*, no. 5, pp. 18–24, 2023. (In Eng.)

Информация об авторах

Топычканова Екатерина Ивановна, младший научный сотрудник, Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов, г. Иркутск, Россия; topychkanovaE@irgiredmet.ru. Область научных интересов: исследования, обогащение, разработка технологий.

Деметьева Наталья Аркадьевна, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов, г. Иркутск, Россия; dema@irgiredmet.ru. Область научных интересов: исследование и разработка технологических схем переработки золото-углеродсодержащих руд, поиск эффективных депрессоров органического углерода при переработке золото-серебросодержащих и полиметаллических руд.

Муллов Владимир Михайлович, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов, г. Иркутск, Россия; Mullov@irgiredmet.ru. Область научных интересов: исследование и разработка технологий переработки сорбционноактивных золотосодержащих руд.

Чикин Андрей Юрьевич, д-р техн. наук, профессор, Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия; anchik53@mail.ru. Область научных интересов: исследование и разработка природоохранных технологий очистки производственных сточных вод, технологий глубокой переработки полезных ископаемых с использованием физико-химических методов и процессов.

Information about the authors

Topychkanova Ekaterina I., junior researcher, Irkutsk Research Institute of Precious and Rare Metals and Diamonds, Irkutsk, Russia; TopychkanovaE@irgiredmet.ru. Research interests: research, enrichment, technology development.

Dementieva Natalia A., leading researcher, Irkutsk Research Institute of Precious and Rare Metals and Diamonds, Irkutsk, Russia; dema@mail.ru. Research interests: research and development of processes for the treatment of carbonaceous gold ores; study of effective organic carbon depressors for the processing of gold, silver and polymetallic ores.

Mullov Vladimir M., leading researcher, Irkutsk Research Institute of Precious and Rare Metals and Diamonds, Irkutsk, Russia; Mullov@irgiredmet.ru. Research interests: research and development of methods for the processing of preg-robbing gold ores.

Chikin Andrey Yu., doctor of technical sciences, professor, Irkutsk State University, Irkutsk, Russia; anchik53@mail.ru. Research interests: research and development of environmental technologies for industrial wastewater treatment, technologies for deep processing of minerals using physico-chemical methods and processes.

Вклад авторов в статью

Топычканова Е. И. – разработка концепции статьи, проведение флотационных исследований, обзор отечественной и иностранной литературы, написание текста.

Дементьева Н. А. – разработка методологии исследования, расчёты показателей, оформление текста статьи.

Муллов В. М. – проведение гидрOMETаллургических исследований, обработка и анализ полученных результатов.

Чикин А. Ю. – разработка концепции статьи, рекомендации по её оформлению, формулировка выводов.

The authors' contribution to the article

Topychkanova E. I. – development of the article concept, flotation studies, review of domestic and foreign literature, text writing.

Dementieva N. A. – development of research methodology, calculations of indicators, writing the text of the article.

Mullov V. M. – conducting hydrometallurgical studies, processing and analyzing the results obtained

Chikin A. Yu. – development of the article concept, recommendations on its design, formulation of conclusions.

Для цитирования

Топычканова Е. И., Дементьева Н. А., Муллов В. М., Чикин А. Ю. Оптимизация технологии обогащения бедной технологически упорной золото-углеродсодержащей руды // Вестник Забайкальского государственного университета. 2024. Т. 30, № 3. С. 89–100. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-89-100.

For citation

Topychkanova E. I., Dementieva N. A., Mullov V. M., Chikin A. Yu. Optimization of Low-Grade Refractory Gold Ore Processing // Transbaikal State University Journal. 2024. Vol. 30, no. 3. P. 89–100. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-89-100.

Научная статья

УДК 336.64

DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-101-110

Корпоративный финансовый контроль в оценке стоимости активов

Елена Юрьевна Панченко¹, Елена Борисовна Кибирева²,

Лариса Дмитриевна Казаченко³

^{1,2,3}Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

¹pelena_u@mail.ru, ²kibireva201231@gmail.com, ³kazachenko_chita@bk.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию
12.03.2024

Одобрена после
рецензирования 06.07.2024

Принята к публикации
06.08.2024

Ключевые слова:

корпоративный
финансовый контроль,
типы финансового
контроля, этапы
финансового контроля,
активы, стоимость
активов, учётные оценки,
представление финансовой
отчётности, системы
управления активами,
финансовый бюджет,
бухгалтерский баланс

Статья посвящена вопросам корпоративного финансового контроля в оценке стоимости активов. Объект исследования – процедура корпоративного финансового контроля в оценке стоимости активов в условиях интеграции международных стандартов финансовой отчётности в отечественную практику представления отчётности. Цель исследования – обобщение вопросов корпоративного финансового контроля в оценке стоимости активов в условиях интеграции международных стандартов финансовой отчётности в отечественную практику представления финансовой отчётности. Задачи исследования: определить роль финансового контроля в системе управления активами по формам и этапам контроля; уточнить понятие корпоративного финансового контроля в целях управления активами; исследовать изменения схемы реализации учётных оценок и представить отчётности по Российским стандартам бухгалтерского учёта в условиях интеграции международных стандартов финансовой отчётности для проведения процедур этапов финансового контроля. В процессе исследования рассмотрены формы и этапы корпоративного финансового контроля, роль оценки активов в реализации этапов контроля, представлены различия в подходах оценки активов на основе схемы взаимосвязи учётных оценок и представления финансовой отчётности для реализации функций финансового контроля. В работе сделан итоговый вывод о необходимости формирования комплексной методики корпоративного финансового контроля в оценке стоимости активов в системе управления активами. Данная методика должна помочь в реализации принципов достоверности, полноты информации, полезности, сопоставимости показателей в целях анализа финансовой и экономической эффективности активов, реализации функции контроля бухгалтерского баланса, формирования справедливой стоимости статей актива бухгалтерского баланса.

Corporate Financial Control in Asset Valuation

Elena Yu. Panchenko¹, Elena B. Kibireva², Larisa D. Kazachenko³^{1,2,3}Transbaikal State University, Chita, Russia¹pelena_u@mail.ru, ²kibireva201231@gmail.com, ³kazachenko_chita@bk.ru**Information about the article**

Received 12 March 2024

Approved after review
6 July 2024Accepted for publication
6 August 2024**Keywords:***corporate financial control, types of financial control, stages of financial control, assets, asset value, accounting estimates, presentation of financial statements, asset management systems, financial budget, balance sheet*

The object of the research is the procedure of corporate financial control in the assessment of the value of assets in the context of the integration of international financial reporting standards into the domestic practice of reporting. The purpose of the study is to generalize the issues of corporate financial control in the assessment of the value of assets in the context of the integration of IFRS into the domestic practice of financial presentation Reporting. To achieve the goal, the following tasks are set: determining the role of financial control in the asset management system by forms and stages of control; clarification of the concept of corporate financial control for the purpose of asset management; study of changes in the scheme for the implementation of accounting estimates and reporting under RAS in the context of the integration of IFRS standards for the procedures of the stages of financial control. In the course of the study, the forms and stages of corporate financial control, the role of asset valuation in the implementation of control stages are considered; the differences in the approaches to asset valuation are presented based on the scheme of the relationship between accounting estimates and the presentation of financial statements for the implementation of financial control functions. The final conclusion is made about the need for formation of a comprehensive methodology of corporate financial control in assessing the value of assets in the asset management system. This methodology should help in the implementation of the principles of reliability, completeness of information, usefulness, comparability of indicators in order to analyze the financial and economic efficiency of assets, the implementation of the balance sheet control function, and the formation of the fair value of asset items of the balance sheet.

Введение. Вопросы корпоративного финансового контроля в оценке стоимости активов влияют на формирование системы управления активами и применения оценочно-аналитических процедур к финансовой и экономической эффективности использования активов. Возникает необходимость формирования комплексной методики корпоративного финансового контроля в оценке стоимости активов в системе управления активами.

Актуальность исследования. Развитие системы управления активами сопряжено с интеграцией международных стандартов в формирование бухгалтерской финансовой отчетности в отечественную практику, которая является источником информации о компании. Инструментом, позволяющим проверить и непрерывно наблюдать процессы формирования стоимости активов, является корпоративный финансовый контроль. Использование данного инструмента управления активами актуализируется с позиции обновления подходов к финансовому контролю в оценке активов, поскольку изменяются подходы к понятию стоимости активов в бухгалтерском балансе.

Процедуры финансового контроля затрагивают вопросы финансового бюджета (в ча-

сти прогнозирования бухгалтерского баланса), вопросы определения и реализации стратегии компании в решении тактических и стратегических задач управления активами [7].

Методика оценки активов основывается на базовых принципах, таких как достоверность, полнота представления информации, полезность, критериях сопоставимости показателей, эффективности и формирования справедливой стоимости, а в учётном процессе – на принципах документарности и определённости. Реализация представленных принципов проверяется проведением финансового контроля, в результате которого подтверждаются объективность и правильность представления информации о компании в бухгалтерской финансовой отчётности. Бухгалтерский учёт – инструмент финансового контроля [14].

Исследования многих авторов показывают, что имеется целесообразность развития процедур финансового контроля на основе принятия новшеств в учётных процедурах и методах формирования статей отчётности. Чтобы не нарушить принципы оценки и представления информации в отчётности, возникает необходимость исследовать вопросы финансового контроля в рамках общей системы управления активами.

Объект исследования – процедура корпоративного финансового контроля в оценке стоимости активов в условиях интеграции международных стандартов финансовой отчётности в отечественную практику представления отчётности.

Цель исследования – обобщение вопросов корпоративного финансового контроля в оценке стоимости активов в условиях интеграции международных стандартов финансовых отчётности (далее – МСФО) в отечественную практику представления финансовой отчётности.

Задачи исследования:

– определить роль финансового контроля в системе управления активами по формам и этапам контроля;

– уточнить понятие корпоративного финансового контроля в целях управления активами;

– исследовать изменение схемы реализации учётных оценок и представить отчётность по Российским стандартам бухгалтерского учёта (далее – РСБУ) в условиях интеграции стандартов МСФО для проведения процедур этапов финансового контроля.

Методологическая основа исследования. В исследовании использованы следующие методы системного подхода:

1) методы детализации, обобщения – для характеристик корпоративного финансового контроля;

2) методы определения стоимостных оценок – для исследования понятий стоимости активов;

3) методы учётных оценок, методы представления бухгалтерского баланса, раскрываемые в учётной политике компаний.

Разработанность темы исследования. В ходе исследования проанализированы вопросы применения форм и этапов корпоративного финансового контроля к оценке стоимости активов [3; 5; 6], а также вопросы подготовки информации к формированию статей активов бухгалтерского баланса с позиции интеграции МСФО, методики аналитической обработки информации, решения вопросов корпоративного управления¹ [1; 4; 7]. Изучены недостатки, имеющиеся в раскрытии данных вопросов: проблемы в понятийном аппарате оценки активов, раскрытия взаимосвязи учётных оценок с представлением статей отчётности с позиции интеграции

МСФО, что является причиной недоработанности методик проведения процедур корпоративного финансового контроля [7; 10].

Поэтапное применение разнообразных форм контроля к процессу формирования стоимости активов имеет целью ликвидацию неопределённости в оценках, отражение стоимости активов в балансе на основе утверждённых принципов учётных процессов, принципов и требований к составлению и представлению статей бухгалтерской финансовой отчётности. Результаты реализации контрольных функций влияют на формирование системы управления активами и применения оценочно-аналитических процедур к финансовой и экономической эффективности использования активов [3; 8; 10; 11].

Результаты исследования. Процедура корпоративного финансового контроля используется для наблюдения за отклонениями от стратегических целевых показателей, а по отчётным периодам – для обеспечения выполнения финансового бюджета и реализации тактических целей финансово-экономической эффективности по периодам прогнозирования.

Особенностью применения процедуры финансового контроля с позиции управления активами является возможность использования всех форм контроля: предварительного, текущего (оперативного) и последующего.

Формы контроля для управления активами приведены на рис. 1.

Исходя из представленной схемы, необходимо уточнить понятие корпоративного финансового контроля в целях управления активами.

Корпоративный финансовый контроль в целях управления активами – система наблюдения за процессом формирования, изменения стоимости активов в соответствии с принятыми управленческими решениями достижения целевых показателей в реализации тактических и стратегических задач [2; 9].

Одна из задач финансового контроля – обеспечение соответствия учётного процесса требованиям нормативно-правового регулирования, финансовой отчётности – утверждённым принципам представления информации, а также обеспечение контроля за объективным представлением итогов финансово-хозяйственной деятельности в целях достижения эффективности проведения оценочно-аналитических процедур для процессов принятия решений в компании.

¹ Analysis of the main types of financial control. Tech SL. – URL: <https://www.captio.com/blog/analysis-of-the-main-types-of-financial-control> (дата обращения: 05.02.2024). – Текст: электронный.



Рис. 1. Схема форм контроля для управления активами / **Fig. 1.** Diagram of Control Forms for Asset Management*

* Составлено авторами.

Финансовый контроль (далее – ФК) активов необходимо подразделять на две группы:

1) ФК внеоборотных активов – через контроль количественных, качественных, стоимостных характеристик нематериальных активов, основных средств (включая незавершенные капитальные вложения), долгосрочных финансовых вложений, прочих внеоборотных активов [12];

2) ФК оборотных активов – через контроль количественных, качественных, стоимостных характеристик запасов, дебиторской задолженности, краткосрочных финансовых вложений, прочих оборотных активов [13].

Стоимостные характеристики описываются документами нормативно-законодательного регулирования и применяются в виде учётных оценок в реализации учётной политики, которая является основополагающим документом описания хозяйственных процессов. Порядок процедуры описания хозяйственных процессов требует ликвидации неопределённостей, непрерывности и последовательности применения принципов формирования информации о компании и принципов формирования бухгалтерской финансовой отчётности. Во всём многообразии вопросов оценки стоимости активов выделяется вопрос оценки балансовой стоимости активов.

Методика корпоративного финансового контроля активов должна применять методику оценки стоимости активов для выводов о правильности и объективности представле-

ния бухгалтерской финансовой отчётности в решении задач управления.

Оценка балансовой стоимости (далее – БС) активов подразделяется на два компонента:

1) оценка стоимости внеоборотных активов;

2) оценка стоимости оборотных активов.

Методика оценки БС активов на основе развития экономических процессов управления активами базируется на бухгалтерских оценках и подходах к использованию методологии и методик МСФО в представлении бухгалтерской финансовой отчётности в отечественной практике.

Применение МСФО в отечественной практике развивалось для представления консолидированной финансовой отчётности теми компаниями, акции которых торгуются на фондовом рынке. При этом рассматривались следующие способы представления бухгалтерской финансовой отчётности (далее – БФО):

– трансформация БФО по РСБУ в отчётность по МСФО путём корректировок готовых статей отчётности;

– параллельное ведение счетов бухгалтерского учёта по российским и международным правилам.

Первый способ, как наиболее приемлемый по затратам на данный процесс, стал основным, хотя он имеет объёмный комплексный характер и состоит из трёх процедур рабочего этапа:

1) детализация и свод данных о дебетовых и кредитовых сальдо (остатка) по счетам учёта по РСБУ;

2) реклассификация сальдо по счетам как способ ликвидации различий показателей бухгалтерского учёта и отчётности по РСБУ по сравнению с МСФО;

3) переоценка сальдо по счетам через систему корректировок, которые влияют на изменение собственного капитала через нераспределённую прибыль (непокрытый убыток).

В настоящее время реформирование учётного процесса посредством внедрения МСФО затрагивает не только компании, попадающие под требования законодательства о консолидированной отчётности, но и все иные компании, которые не сталкиваются в своей практике с данными требованиями. В связи с этим возникает вопрос, в первую очередь, о способе представления БФО, поскольку задачи трансформации не являются основными для представления отчётности по РСБУ, а реформирование учётного процесса развивается, и всё больше стандартов МСФО внедряются в практику, заменяя собой правила ведения бухгалтерского учёта по РСБУ.

Характер процессов обновления отечественных стандартов носит постепенный ха-

актер. Представляется возможным использовать такое название, как способ интеграции рекомендаций МСФО в учётный процесс по РСБУ, который основывается на способе адаптации понятийного и методического аппарата МСФО под методологию РСБУ.

Выделяются следующие два подхода к использованию МСФО:

1) интеграция – постепенное внедрение стандартов МСФО в логику РСБУ;

2) трансформация статей бухгалтерского баланса и отчёта о финансовых результатах по РСБУ в отчётность по МСФО по имеющимся процедурам для консолидированной финансовой отчётности.

По российским стандартам представление БФО основано на оценке как элементе методологии учёта, т. е. на бухгалтерских (учётных) оценках.

Схема реализации учётных оценок для представления БФО по РСБУ для финансового контроля приведена на рис. 2.

Учётные оценки увязывают логику моделей бухгалтерского учёта с представлением статей в бухгалтерской отчётности на основе таких требований, предъявляемых к отчётности по РСБУ, как достоверность и полезность (в части сравнимости систем показателей).

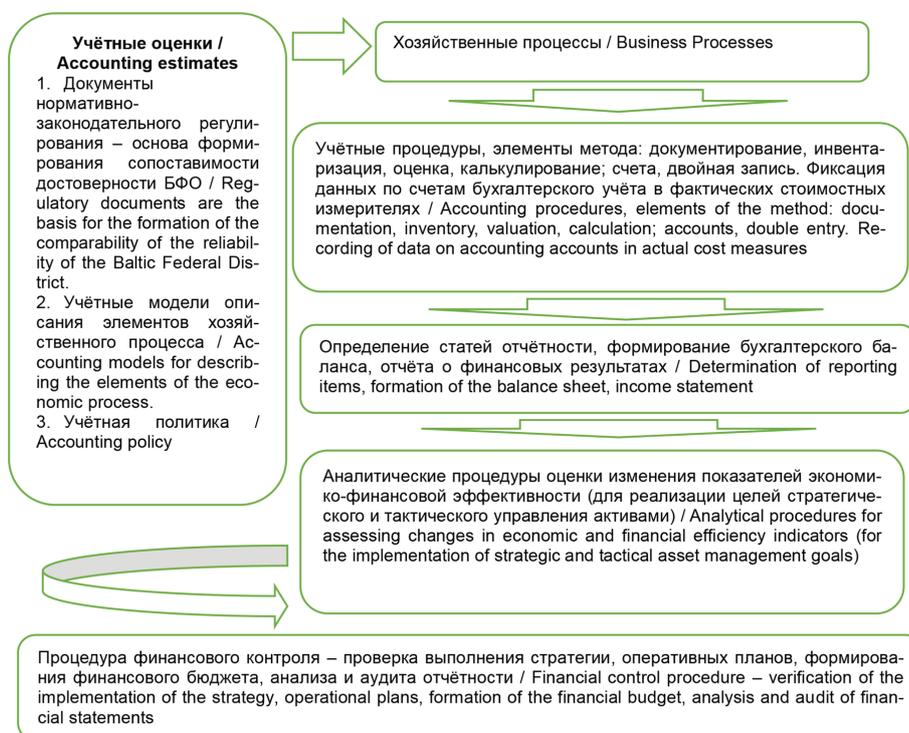


Рис. 2. Схема реализации учётных оценок для представления БФО по РСБУ для финансового контроля / **Fig. 2.** Scheme for the implementation of accounting estimates for the presentation of the Baltic Federal District under RAS for financial control*

* Составлено авторами.

Переоценка (в виде уценки либо дооценки) применяется в учётных процедурах бухгалтерского учёта и корректирует первоначальную стоимость в восстановительную и амортизацию также по учётным процедурам по элементу оценки.

Интеграция МСФО в виде постепенного внедрения стандартов МСФО приводит не к корректировкам строк отчётности (через трансформацию), а к расширению функций бухгалтерских (учётных) оценок и появлению неопределённости в оценках, т. к. будут использоваться расчётные оценки. Для снижения неопределённости необходимо в учётной политике разрабатывать подробные методики оценок с учётом критериев тех стандартов, которые уже введены для использования приказами Минфина РФ. Однако в этом случае возникают вопросы, которые приведены далее.

1. Расчётные оценки как бухгалтерские (учётные) оценки необходимо проводить в бухгалтерском учёте, поскольку в хозяйственных процессах могут формироваться отложенные налоговые активы (обязательства), постоянные налоговые активы (обязательства). Данные суммы корректировок участвуют в расчёте налога на прибыль.

2. Признаётся, что изменение в бухгалтерской оценке может повлиять только на финансовый результат периода (текущего или будущего), однако не отрицается факт приближённого характера расчётных оценок. Это повлияет на стоимостные значения статей отчётности в целом и на представление балансовой стоимости активов, а также на решение вопросов о дивидендах для собственников с величины распределённой чистой прибыли периода [1].

3. В раскрытии информации по активам в Пояснениях к бухгалтерскому балансу возникает необходимость раскрывать методику оценки стоимости активов в развёрнутом виде для понимания оценки до справедливой стоимости активов, иначе использование отчётности для аналитических целей не будет носить объективный характер по принципам ведения учёта и представления отчётности.

4. Механизмы переоценки (в части уценки) основных средств и нематериальных активов по РСБУ и обесценения по МСФО имеют сходные цели, признаки, критерии, некоторые методы оценки, но используются в разных подходах, в частности:

– переоценка применяется в учётных процедурах бухгалтерского учёта. Хозяй-

ственные операции дооценки и уценки проводятся по счетам учёта;

– процедура обесценения применяется к балансовой стоимости для корректировки статей БФО через расчётные оценки при трансформации отчётности по РСБУ в представление по МСФО для представления консолидированной отчётности.

Если компания будет одновременно применять данные подходы, то в итоге балансовая стоимость объектов активов будет занижена и процедуру обесценения по отношению к переоценке (уценке) активов необходимо рассматривать как ненужную. Следовательно, необходимо утверждение единства переоценки в виде уценки и обесценения, и эту процедуру можно проводить двумя способами: либо учётная процедура проведения хозяйственной операции по счетам, либо корректировка по этапам трансформации итоговой статьи ББ в случае составления консолидированной отчётности. Представляется более рациональным проводить процедуры переоценки и обесценения как учётные процедуры, предварительно рассчитывая суммы дооценки, уценки (обесценения), и не использовать корректировки по этапам трансформации статей отчётности.

5. Под влиянием инфляционного фактора стоимость активов может как вырасти, так и снизиться. Для сопоставимости и достоверности отчётности необходим макроэкономический подход.

В связи с выявленными особенностями оценки активов схема реализации учётных оценок для представления отчётности по РСБУ в условиях применения стандартов МСФО для финансового контроля будет усложнена (рис. 3).

Выводы

1. В связи с незначительной разработанностью роли корпоративного финансового контроля и этапов контроля в целях управления активами, авторами уточнено понятие корпоративного финансового контроля в целях управления активами и систематизированы этапы контроля по формам контроля в данных целях. Определено, что каждая форма контроля оценки активов основана на двух этапах: формирование финансового бюджета в части прогнозного бухгалтерского баланса; формирование стратегии компании (формулирование тактических и стратегических задач) по целевым показателям экономической и финансовой эффективности управления активами.



Рис. 3. Схема реализации учётных оценок и представление отчётности по РСБУ в условиях применения стандартов МСФО для финансового контроля / **Fig. 3.** Scheme for the implementation of accounting estimates and presentation of financial statements under RAS in the context of integration of IFRS standards for financial control*

* Составлено авторами.

2. В условиях применения МСФО для представления бухгалтерской финансовой отчётности по РСБУ обобщены вопросы формирования балансовой стоимости активов для финансового контроля с учётом этапов его проведения на основе разработанных авторами схем реализации учётных оценок и представления отчётности по РСБУ в условиях применения стандартов МСФО для проведения процедур этапов финансового контроля.

3. Необходимо формирование комплексной методики корпоративного финансового контроля оценки стоимости активов для системы управления активами. Данная методика поможет в реализации принципов достоверности, полноты информации, полезности, сопоставимости показателей в целях анализа финансовой и экономической эффективности активов, реализации функции контроля бухгалтерского баланса, формирования справедливой стоимости статей актива бухгалтерского баланса.

Список литературы

1. Баранова Е.С, Казаченко Л. Д. Влияние дохода и прибыли на дивидендную политику компании // Вестник Забайкальского государственного университета. 2019. Т. 25, № 2. С. 114–126.
2. Ванчухина Л. И., Бадреева О. А. Развитие корпоративного контроля в условиях цифровой трансформации бизнеса // Экономика и управление. 2020. № 6. С. 76–81.
3. Вольхина О.Л, Юрьева Л. В. Метод оценки в формировании достоверной информации о результатах финансово-хозяйственной деятельности предприятия // Вестник ИПБ (Вестник профессиональных бухгалтеров). 2023. № 2. С. 30–35.

4. Голодова О. А. Перспективы развития системы внутреннего контроля организации в современных условиях // Вестник ВИЭПП. 2021. № 2. С. 50–55.
5. Гонин В. Н., Панченко Е. Ю., Кибирева Е. Б., Номоконова О. А. Подходы к оценке и переоценке основных средств по российским и международным стандартам // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27, № 3. С. 87–98.
6. Гонин В.Н, Панченко Е. Ю., Кибирева Е.Б, Номоконова О. А. Эффективность переоценки стоимости основных средств как метод управления активами // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27, № 3. С. 99–112.
7. Каргина Т. С. Система внутреннего аудита и внутреннего контроля как инструменты корпоративного управления // Управленческий учёт. 2021. № 6. С. 803–808.
8. Лупикова Е. В. Стоимостное измерение активов в бухгалтерском учёте и отчётности: проблемы теории и практики // Вестник ИПБ (Вестник профессиональных бухгалтеров). 2023. № 3. С. 17–22.
9. Молчанов С. В. Развитие финансового контроля в управлении финансами электроэнергетических корпораций: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.10. Ростов н/Д, 2019. 30 с.
10. Плотников В. С., Азракулиев З. М. Концепция производственного капитала в бизнес-учете и интегрированной отчётности // Дайджест-Финансы. 2020. Т. 25, № 1. С. 68–86.
11. Сотникова Л. В. Особенности аудиторской проверки отражения переоценки основных средств в бухгалтерской отчётности // Теория и практика аудита. 2020. № 4. С. 10–23.
12. Швырева О.И, Кругляк З. И. Методика внутреннего контроля информации о внеоборотных активах, раскрываемой в бухгалтерской (финансовой) отчётности // Международный журнал ЕГИ (Естественно-гуманитарные исследования). 2022. № 42. С. 454–462.
13. Швырева О. И. Современные подходы к внутреннему контролю запасов // Международный журнал ЕГИ (Естественно-гуманитарные исследования). 2022. № 43. С. 405–410.
14. Yogendrarajah R. Financial control and its impact on organizational performance – An empirical study of J/Municipal Council. Текст: электронный // International Symposium at SaiRam Institute, India. URL: https://www.researchgate.net/publication/259150937_Financial_Control_and_its'_impact_on_Organizationalm_performance_An_empirical_study_of_JMunicipal_Council (дата обращения: 05.02.2024).

References

1. Baranova E. S., Kazachenko L. D. The influence of income and profit on the company's dividend policy. Transbaikal State University Journal, vol. 25, no. 2, pp. 114–126, 2019. (In Rus.)
2. Vanchukhina L. I., Badreeva O. A. Development of corporate control in the context of digital business transformation. Economics and Management, no. 6, pp. 76–81, 2020. (In Rus.)
3. Volkhina O. L., Yuryeva L. V. Assessment method in the formation of reliable information on the results of financial and economic activities of an enterprise // Bulletin of the IPB (Bulletin of Professional Accountants), no. 2, pp. 30–35, 2023. (In Rus.)
4. Golodova O. A. Prospects for the development of the organization's internal control system in modern conditions. Bulletin of the RESP, no. 2, pp. 50–55, 2021. (In Rus.)
5. Gonin V. N., Panchenko E. Yu., Kibireva E. B., Nomokonova O. A. Approaches to the assessment and revaluation of fixed assets according to Russian and international standards. Transbaikal State University Journal, vol. 27, no. 3, pp. 87–98, 2021. (In Rus.)
6. Gonin V. N., Panchenko E. Yu., Kibireva E. B., Nomokonova O. A. Efficiency of revaluation of fixed assets as a method of asset management. Transbaikal State University Journal, vol. 27, no. 3, pp. 99–112, 2021. (In Rus.)
7. Kargina T. S. The system of internal audit and internal control as instruments of corporate governance. Managerial Accounting, no. 6, pp. 803–808, 2021. (In Rus.)
8. Lupikova E. V. Cost measurement of assets in accounting and reporting: problems of theory and practice. Bulletin of the IPB (Bulletin of Professional Accountants), no. 3, pp. 17–22, 2023. (In Rus.)
9. Molchanov S. V. Development of financial control in financial management of electric power corporations: abstract. ... candidate of economic sciences: 08.00.10. Rostov-on-Don, 2019. 30 p. (In Rus.)
10. Plotnikov V. S., Azrakuliyev Z. M. The concept of production capital in business accounting and integrated reporting. Digest-Finance, vol. 25, no. 1, pp. 68–86, 2020. (In Rus.)
11. Sotnikova L. V. Features of the audit of the reflection of the revaluation of fixed assets in accounting statements. Theory and Practice of Auditing, no. 4, pp. 10–23, 2020. (In Rus.)
12. Shvyreva O. I., Kruglyak Z. I. Methods of internal control of information on non-current assets disclosed in accounting (financial) statements. The International Journal of EGI (Natural Sciences and Humanities Research), no. 42, pp. 454–462, 2022. (In Rus.)
13. Shvyreva O. I. Modern approaches to internal control of reserves // International Journal of EGI (Natural Sciences and Humanities Research), no. 43, pp. 405–410, 2022. (In Rus.)
14. Yogendrarajah R. Financial control and its impact on organizational performance – An empirical study of J/Municipal Council // International Symposium at SaiRam Institute, India. Web. 05.02.2024. https://www.researchgate.net/publication/259150937_Financial_Control_and_its'_impact_on_Organizationalm_performance_An_empirical_study_of_JMunicipal_Council

www.researchgate.net/publication/259150937_Financial_Control_and_its_impact_on_Organizational_performance_An_empirical_study_of_Municipal_Council. (In Eng.)

Информация об авторах

Панченко Елена Юрьевна, канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и бухгалтерского учёта, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; pelena_u@mail.ru. Область научных интересов: эффективность финансово-хозяйственной деятельности компаний, развитие концепций представления отчётности компаний по РСБУ и МСФО.

Кибирева Елена Борисовна, канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и бухгалтерского учёта, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; kibireva201231@gmail.com. Область научных интересов: развитие учётных систем, внутреннего и внешнего контроля, аудит.

Казаченко Лариса Дмитриевна, канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и бухгалтерского учёта, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; kazachenko_chita@bk.ru. Область научных интересов: проблемы устойчивости бюджетов, институциональные факторы развития территорий, эффективность финансового бюджетирования и дивидендной политики.

Information about the authors

Panchenko Elena Yu., candidate of economic sciences, associate professor, Economics and Accounting department, Transbaikal State University, Chita, Russia; pelena_u@mail.ru. Research interests: efficiency of financial and economic activities of companies, development of concepts for presenting companies' financial statements in accordance with RAS and IFRS.

Kibireva Elena B., candidate of economic sciences, associate professor, Economics and Accounting department, Transbaikal State University, Chita, Russia; kibireva201231@gmail.com. Research interests: development of accounting systems, internal and external control, audit.

Kazachenko Larisa D., candidate of economic sciences, associate professor, Economics and Accounting department, Transbaikal State University, Chita, Russia; kazachenko_chita@bk.ru. Research interests: problems of budget sustainability, institutional factors of territorial development, effectiveness of financial budgeting and dividend policy.

Вклад авторов в статью

Панченко Е. Ю. – разработка методологии исследования, сбор материалов, библиографии, выявление проблем развития корпоративного финансового контроля в оценке стоимости активов во взаимосвязи с учётным процессом, исследование подходов представления активов в БФО в моделях схем реализации учётных оценок для представления БФО по РСБУ в условиях применения стандартов МСФО для финансового контроля, формулирование выводов, написание текста.

Кибирева Е. Б. – сбор материалов, библиографии, представление учётных оценок и учётных процедур в моделях схем реализации учётных оценок для представления БФО по РСБУ в условиях применения стандартов МСФО для финансового контроля, написание текста.

Казаченко Л. Д. – сбор материалов, библиографии зарубежных авторов, определение теоретических подходов изучения понятийного аппарата корпоративного финансового контроля для управления активами и составления схемы форм контроля для управления активами с позиций финансового бюджетирования.

The authors' contribution to the article

Panchenko E. Yu. – development of research methodology, collection of materials, bibliographies, identification of problems in the development of corporate financial control in the assessment of the value of assets in relation to the accounting process, study of approaches to the representation of assets in the Baltic Federal District in models of accounting valuation schemes for the presentation of the Baltic Federal District under RAS in the context of the application of IFRS standards for financial control, formulation of conclusions, writing the text.

Kibireva E. B. – collection of materials, bibliographies, presentation of accounting estimates and accounting procedures in models of schemes for the implementation of accounting estimates for the presentation of the Baltic Federal District under RAS in the context of the application of IFRS standards for financial control, writing the text.

Kazachenko L. D. – collection of materials, bibliographies of foreign authors, determination of theoretical approaches to studying the conceptual apparatus of corporate financial control for asset management and drawing up a scheme of control forms for asset management from the standpoint of financial budgeting.

Для цитирования

Панченко Е. Ю., Кибирева Е. Б., Казаченко Л. Д. Корпоративный финансовый контроль в оценке стоимости активов // Вестник Забайкальского государственного университета. 2024. Т. 30, № 3. С. 101–110. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-101-110.

For citation

Panchenko E. Yu., Kibireva E. B., Kazachenko L. D. Corporate Financial Control in Asset Valuation of the Value of Assets // Transbaikal State University Journal. 2024. Vol. 30, no. 3. P. 101–110. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-101-110.

Научная статья
УДК 338.121 338.32.053.4
DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-111-125

Влияние методов амортизации активов на эффективность хозяйственной деятельности транспортной корпорации

Владимир Олегович Федорович¹, Татьяна Владимировна Федорович²

¹Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Россия

²Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Новосибирск, Россия

¹klania2002@mail.ru, ²tani_vf@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию
23.06.2024

Одобрена после
рецензирования 14.07.2024

Принята к публикации
06.08.2024

Ключевые слова:

амортизационная стратегия, методы расчёта амортизационной премии, амортизационная политика, материальная выгода, оптимальное налогообложение, сценарные варианты реальной экономической ситуации, реновация, расширенное воспроизводство, управление денежными потоками, стратегические финансовые накопления

Актуальность исследования обусловлена поиском современных, наиболее совершенных и удобных для трансформации и цифровизации подходов в целях формирования достаточных для реновации активов финансовых накоплений. Исследование зависимости амортизационной политики, финансовой устойчивости и эффективности хозяйственной деятельности транспортных корпораций позволяет определить основные направления реновации активов. Объект исследования – процесс формирования амортизационной стратегии транспортных корпораций, направленной на формирование достаточных финансовых накоплений. Достаточность определяется реальной возможностью обеспечения требуемых объёмов финансирования реновации объектов основных производственных фондов. Цель исследования – разработка методического подхода для формирования амортизационной стратегии в рамках совершенствования финансового менеджмента национальных транспортных корпораций. Задачами исследования, которые потребовали своего решения для достижения поставленной цели, являются: рассмотрение общих теоретических основ, связанных с изучением современных разработок по вопросам формирования амортизационной стратегии для пополнения собственных источников финансирования инвестиций; разработка эффективной амортизационной стратегии транспортной корпорации, стратегии, основанной на применении комбинированных методов начисления амортизации с учётом их влияния на эффективность хозяйственной деятельности; анализ способов начисления амортизации построенных на объективной и достоверной информации данных бухгалтерского и налогового учёта. Исследование основано на методах индукции, дедукции и общего познания. На примере действующей пассажирской пригородной железнодорожной корпорации представлены результаты исследования влияния выбора методов амортизации (амортизационной премии) активной части производственных основных фондов на налогообложение, эффективность и качественные показатели её производственно-хозяйственной и финансовой деятельности. Результаты исследования доказали то, что при использовании методов логического, статистического и корреляционного анализа можно использовать сценарные подходы как основной инструмент разработки рациональной амортизационной политики пригородной пассажирской железнодорожной корпорации. Выводы основаны на практических рекомендациях по формированию учётной политики железнодорожной корпорации, которые позволяют аккумулировать денежные средства, а также формировать стратегические накопления, достаточные для полного восстановления объектов активных основных производственных фондов.

The Influence of Asset Depreciation Methods on the Efficiency of Economic Activities of a Transport Corporation

Vladimir O. Fedorovich¹, Tatyana V. Fedorovich²

¹Siberian State University of Communications, Novosibirsk, Russia

²Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, Novosibirsk, Russia

¹klania2002@mail.ru, ²tani_vf@mail.ru

Information about the article

Received 23 June 2024

Approved after review
14 July 2024

Accepted for publication
6 August 2024

Keywords:

depreciation strategy, methods for calculating depreciation premium, depreciation policy, material benefit, optimal taxation, scenario options for the real economic situation, renovation, expanded reproduction, cash flow management, strategic financial savings

The relevance of the study is due to the search for modern, most advanced and convenient approaches for transformation and digitalization, for the formation of financial savings sufficient for the renovation of assets. The study of the dependence of depreciation policy, financial stability and the efficiency of economic activities of transport corporations allows us to determine the main directions of asset renovation. The object of the study is the process of forming a depreciation strategy for transport corporations aimed at creating sufficient financial savings. Sufficiency is determined by the real possibility of providing the required volumes of financing for the renovation of public pension facilities. The purpose of the work is to develop a methodological approach for the formation of a depreciation strategy as part of improving the financial management of national transport corporations. The tasks that required their solution to achieve this goal required: consideration of the general theoretical foundations associated with the study of modern developments on the formation and development of a depreciation strategy for replenishing one's own sources of investment financing; development of an effective depreciation strategy for a transport corporation. Strategies based on the use of combined methods of calculating depreciation, taking into account their impact on the efficiency of business activities; analysis of methods for calculating depreciation based on objective and reliable information, namely, accounting and tax accounting data. The research is based on the methods of induction, deduction and general cognition. Using the example of an operating passenger suburban railway corporation, the results of a study of the influence of the choice of depreciation methods (depreciation bonus) of the active part of production fixed assets on taxation, efficiency and quality indicators of its production, economic and financial activities are presented. The results of the study have proved that when using methods of logical, statistical and correlation analysis, it is possible to use scenario approaches as the main tool for developing a rational depreciation policy for a suburban passenger railway corporation. The conclusions are based on practical recommendations for the formation of an accounting policy of a railway corporation, allowing to accumulate funds and form strategic savings sufficient for the complete restoration of active fixed assets.

Введение. Существует проблема, связанная с увеличением темпов физического и морального износа объектов основных производственных фондов транспортных корпораций. В этой связи необходимо определять пути формирования собственных источников финансирования, достаточных для расширенного воспроизводства и опережающего обновления активных производственных фондов. В настоящее время стоит задача, связанная с возможностью повышения амортизационной стратегии государства, причём во многом обусловленная наличием достаточной экономической свободы для выбора эффективной амортизационной политики любым хозяйствующим субъектом национальной экономики. В выборе метода амортизации необходимо учитывать множество факторов, включая цель и стратегию корпо-

рации, тип активов, характер использования активов, срок эксплуатации и т. д. Однако, независимо от выбранного метода, корректный подход к амортизации может повысить эффективность производственно-хозяйственной и финансовой деятельности. Линейная амортизация – это метод распределения стоимости актива на равные части на протяжении его использования. При этом методе стоимость актива распределяется равномерно за каждый год его использования, что приводит к постепенному снижению его балансовой стоимости. Начисление амортизации производится линейным методом до ликвидационной стоимости объекта или его выбытия и начисляется с первого числа того месяца, который следует за месяцем ввода основного средства в эксплуатацию. Нелинейная амортизация – это метод, используе-

мый для расчёта амортизации, где размеры отчислений постепенно увеличиваются или уменьшаются в течение жизненного цикла актива [1].

Установлен порядок учёта и финансирования планового капитального ремонта объектов основных производственных фондов (далее – ОПФ) путём признания затрат по ремонту капитальными вложениями и списания затрат через амортизацию конкретного объекта ОПФ. Для того чтобы определить, как амортизационные отчисления влияют на общую сумму затрат, следует рассмотреть динамику денежных потоков (отчислений амортизации и налоговые изъятия). Пассажирская транспортная корпорация (общество) имеет на балансе 383 единицы основных средств, а подробный анализ такого информационного массива не соответствует целям данного исследования. В этой связи для расчётов приняты объекты только 8-й амортизационной группы ОПФ, в которую включён подвижной состав, являющийся основным в корпорации и занимающий 46 % доли всей суммы ежегодных амортизационных отчислений¹.

Актуальность исследования обусловлена поиском современных, наиболее совершенных и удобных для трансформации и цифровизации подходов, связанных с формированием достаточных финансовых накоплений, что объясняется появлением реальных возможностей для активизации инвестиционной деятельности транспортных корпораций.

Объект исследования – процесс формирования амортизационной стратегии транспортных корпораций, направленной на формирование достаточных финансовых накоплений. Достаточность определяется реальной возможностью обеспечения требуемых объёмов финансирования реновации объектов ОПФ.

Предмет исследования – методические подходы и финансовые отношения при разработке соответствующих направлений амортизационной политики, которая, в свою очередь, включает приёмы и подходы для определения доли чистой прибыли транспортной корпорации, направляемой на финансирование инвестиций.

Цель исследования – разработка методического подхода для формирования амортизационной стратегии в рамках совершен-

ствования финансового менеджмента национальных транспортных корпораций.

Задачами исследования, которые потребовали своего решения для достижения поставленной цели, являются:

1) рассмотрение общих теоретических основ, связанных с изучением современных разработок по вопросам формирования и разработки амортизационной стратегии для пополнения собственных источников финансирования инвестиций;

2) разработка эффективной амортизационной стратегии транспортной корпорации, стратегии основанной на применении комбинированных методов начисления амортизации с учётом их влияния на эффективность хозяйственной деятельности;

3) анализ способов начисления амортизации построенных на объективной и достоверной информации данных бухгалтерского и налогового учёта.

Методология и методы исследования основаны на применении в авторском подходе к изучению влияния методов амортизации активов на эффективность хозяйственной деятельности транспортной корпорации методов индукции, дедукции, а также методов общего познания. Стратегия для разработки амортизационной политики основана на применении комбинированных методов начисления амортизации с учётом их влияния на эффективность хозяйственной деятельности транспортных корпораций. Принимаются во внимание расчёты различных способов начисления амортизационной премии, полученные с помощью ретроспективного анализа.

Разработанность темы исследования. Основные теоретические обоснования, включающие семантические и фундаментальные экономические определения, базовые категории, профессиональную терминологию с обоснованием и анализом методов воздействия государства через соответствующую налоговую и инвестиционную политику на поддержание и активизацию инвестиционной активности хозяйствующих субъектов и эффективность использования ими объектов ОПФ в современных экономических условиях развития РФ, представлены в трудах таких учёных-исследователей, как В. В. Соколов, М. И. Кутер [6], Н. В. Конципо [4; 5; 9], Л. В. Миляева [7], В. М. Минеева [2], Т. В. Теплова и др. Остаются незавершёнными вопросы, связанные с изучением влияния зависимости амортизационной политики на эффективность хозяйственной деятельно-

¹ Официальный сайт АО «Экспресс-пригород». – URL: <https://express-prigorod.ru/passenger/scheme> (дата обращения: 15.02.2024). – Текст: электронный.

сти транспортных корпораций, позволяющие определить основные направления финансирования реновации их активов [2]. Требуется отдельного изучения и обоснования эффективная амортизационная политика, позволяющая с помощью имитационного моделирования учитывать потенциальные возможности реинвестируемой величины чистой прибыли для формирования денежных фондов (плановых накоплений) в целях инвестирования реальных инвестиций и реновации ОПФ [9].

Анализ расчётов амортизационной премии в зависимости от структуры объектов основных производственных фондов транспортной корпорации. Амортизационная группа имеет большое значение, т. к. это группа

материальных активов, имеющих общие характеристики по сроку службы, годовой норме амортизации и прочим параметрам, которые позволяют объединить их в группу для целей бухгалтерского учёта. Структура основных фондов пригородной пассажирской корпорации представлена в табл. 1.

Налог на прибыль составляет 20 %, при нелинейном методе повышающий коэффициент – 1,66, понижающий коэффициент – 0,6 [8; 11]. Для расчётов выбрана 8-я амортизационная группа компании, сумма амортизации которой составила 41,3 млн р. Сравнительный анализ начисленной амортизационной премии нелинейным и линейным методами при понижающем коэффициенте 0,6 представлен в табл. 2.

Таблица 1 / Table 1

Структура основных производственных фондов / Structure of fixed production assets^{1*}

Амортизационная группа / Depreciation group	Количество объектов основных производственных фондов, ед. / Number of fixed production assets, units.	Занимаемая доля, % / Occupied share, %
1	5	1,3
2	11	2,9
3	144	37,6
4	97	25,3
5	59	15,4
6	5	1,3
7	21	5,5
8	25	6,5
9	1	0,3
10	15	3,9
Всего:	383	100

* Рассчитано авторами.

Таблица 2 / Table 2

Сумма амортизации, начисленной линейным и нелинейным методами с понижающим коэффициентом 0,6, тыс. р. / The amount of depreciation calculated using the linear and non-linear method with a reduction factor of 0.6, thousand roubles*

Год / Year	Амортизация / Depreciation	Остаточная стоимость / Residual value	Общая сумма экономии средств / Total cost savings	Экономия по налогу на прибыль / Income tax savings
Линейный метод / Linear method				
1	1 652	39 648	-	-
2	1 652	37 996	-	-
3	1 652	36 344	-	-
4	1 652	34 692	-	-
5	1 652	33 040	-	-
6	1 652	31 388	-	-
7	1 652	29 736	-	-
8	1 652	28 084	-	-
9	1 652	26 432	-	-
10	1 652	24 780	-	-
11	1 652	23 128	-	-

¹ Официальный сайт АО «Экспресс-пригород». – URL: <https://express-prigorod.ru/passenger /scheme> (дата обращения: 15.02.2024). – Текст: электронный.

Окончание табл. 2 / End the table 2

Год / Year	Амортизация / Depreciation	Остаточная стоимость / Residual value	Общая сумма экономии средств / Total cost savings	Экономия по налогу на прибыль / Income tax savings
12	1 652	21 476	-	-
13	1 652	19 824	-	-
14	1 652	18 172	-	-
15	1 652	16 520	-	-
16	1 652	14 868	-	-
17	1 652	13 216	-	-
18	1 652	11 564	-	-
19	1 652	9 912	-	-
20	1 652	8 260	-	-
21	1 652	6 608	-	-
22	1 652	4 956	-	-
23	1 652	3 304	-	-
24	1 652	1 652	-	-
25	1 652	0	-	-
Всего	41 300	0	-	-
Нелинейный метод / Nonlinear method (K=0,6)				
1	991,2	40 308,8	660,8	132,2
2	967,4	39 341,4	684,6	136,9
3	944,2	38 397,2	707,8	141,6
4	921,5	37 475,7	730,5	146,1
5	899,4	36 576,2	752,6	150,5
6	877,8	35 698,4	774,2	154,8
7	856,8	34 841,7	795,2	159,0
8	836,2	34 005,5	815,8	163,2
9	816,1	33 189,3	835,9	167,2
10	796,5	32 392,8	855,5	171,1
12	758,8	30 856,6	893,2	178,6
13	740,6	30 116,0	911,4	182,3
14	722,8	29 393,2	929,2	185,8
15	705,4	28 687,8	946,6	189,3
16	688,5	27 999,3	963,5	192,7
17	672,0	27 327,3	980,0	196,0
18	655,9	26 671,5	996,1	199,2
19	640,1	26 031,3	1 011,9	202,4
20	624,8	25 406,6	1 027,2	205,4
21	609,8	24 796,8	1 042,2	208,4
22	595,1	24 201,7	1 056,9	211,4
23	580,8	23 620,9	1 071,2	214,2
24	566,9	23 054,0	1 085,1	217,0
25	553,3	22 500,7	1 098,7	219,7
Всего	18 799,3	22 500,7	22 500,7	4 500,1

* Рассчитано авторами.

Анализируя полученные данные из табл. 2, можно сделать вывод о том, что пригородная пассажирская компания, применяя нелинейный метод амортизации с использованием понижающего коэффициента 0,6, может получить экономические выгоды, которые проявляются за весь период использования объектов ОПФ. Сумма, которая не облагается налогом на прибыль, равна 22 500,7 тыс. р.,

что составляет 50 % балансовой стоимости амортизируемого имущества.

Амортизация по методу двойной ставки – это метод, который распределяет стоимость актива на основе его остаточной стоимости и полного количества периодов его использования, при этом начальные расходы на приобретение актива более быстро амортизируются, чем остаточная стоимость [4; 9].

При ускоренном методе начисление амортизации увеличивается в начале срока эксплуатации, а затем снижается к концу периода использования актива. Этот метод может быть выгоден для активов, используемых в начале периода эксплуатации, но может привести к недооценке стоимости актива в конце срока его полезного использования (СПИ) согласно формуле

$$K = (\text{Koeff} / n) \times 100 \%, \quad (1)$$

где K – норма амортизации в процентах к первоначальной стоимости объекта;

Koeff – коэффициент ускорения (2, ... 3 в зависимости от гл. 25 Налогового кодекса РФ¹);

n – СПИ объекта, мес.

Начисление амортизации пассажирской железнодорожной корпорации «Н» производится линейным методом до ликвидационной стоимости объекта или его выбытия и осуществляется с первого числа того месяца, который следует за месяцем ввода объекта ОПФ в эксплуатацию. Установлен порядок учёта и финансирования планового капитального ремонта объектов ОПФ путём признания затрат по ремонту капитальными вложениями и списания затрат через его амортизацию.

Выбор метода амортизации должен быть основан на анализе факторов, ограничивающих использование капитала, налоговых требованиях и стратегической ориентации развития корпорации. В выборе метода амортизации необходимо учитывать характеристики конкретного актива, его срок службы и стоимость, чтобы обеспечить оптимальное использование капитала (имущественного комплекса) [13; 14].

Сценарные подходы как инструмент разработки рациональной амортизационной политики пригородной пассажирской железнодорожной корпорации. Техническая составляющая пригородной пассажирской железнодорожной корпорации представлена современными электропоездами, которые осуществляют своё движение по Новосибирской области, оснащёнными удобными сидениями, кондиционерами и туалетами. Кроме того, корпорация использует современные информационные технологии для управления своей деятельностью, такие как онлайн-покупка билетов, мобильное приложение для управления поездками и отслежи-

вания расписания движения поездов, включая электронные ресурсы для оказания услуг и поддержки пассажиров. В состав технической базы входят современные поездные вокзалы, оборудованные всем необходимым для комфортного пребывания пассажиров до отправления и после прибытия поезда. Все эти технические ресурсы и технологии позволяют обеспечивать высокое качество услуг и удовлетворять потребности пассажиров в перевозках.

Первый этап плана внедрения проекта системы быстрой регистрации поездки «КЛИК-КЛИК» реализован с 2021 г. на 11 станциях и остановочных платформах. С мая 2021 г. система заработала в тестовом режиме, а с июня 2021 г. – в полноценном режиме работы. В 2022 г. в рамках инвестиционной программы произведено полное обновление стационарной контрольно-кассовой техники в пригородных кассах на станциях и остановочных платформах. Приобретено 155 новых MSPOS Т-Ф, которые пришли на смену устаревшим АТОЛ 55Ф.

Новая техника позволила оптимизировать рабочее пространство кассира, повысилась качество обслуживания пассажиров. Банковское оборудование в составе MSPOS Т-Ф расширило способы применения банковских карт, появилась возможность работы с хэш-кодами банковских карт, что открывает возможности для дальнейшего развития системы продаж. Режим работы билетных касс скорректирован с учётом расписания пригородных поездов и пассажиропотока. В зимний период обслуживание пассажиров осуществляется в 74 билетных кассах, в летний период – в 89 билетных кассах с помощью 89 билетопечатающих терминалов самообслуживания, через Систему быстрой регистрации поездки по банковской карте на 43 остановочных пунктах и мобильные приложения «Экспресс-пригород» и «РЖД Пассажирам». Всего системой быстрой регистрации поездок оборудовано 43 станции и остановочных пункта (в том числе 9 с турникетными комплексами) по направлениям в пределах 5–6-й зоны Новосибирской агломерации. Технология проста и доступна, ориентирована в том числе на активную часть населения, для которых очень важна экономия времени при пересадке с одного вида транспорта на другой. Воспользоваться системой могут пассажиры, осуществляющие поездки за полную стоимость, которые составляют основной сегмент 73 % потребителей пригородной пассажирской

¹ Налоговый кодекс Российской Федерации № 117-ФЗ: [ред. от 29 сентября 2019 г.]. – Текст: электронный // СПС «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 12.04.2024).

корпорации. В 2022 г. силами пригородной пассажирской корпорации в рамках инвестиционной программы проведены работы по техническому переоснащению процесса перевозок (табл. 3)¹.

Пригородная пассажирская корпорация имеет собственный корпоративный сайт – один из важных каналов обратной связи с пассажирами. Ещё в ноябре 2019 г. перевозчиком запущен модернизированный сайт в соответствии со стандартами и брендбуком материнской корпорации – ОАО «РЖД». В 2020–2022 гг. продолжается работа по оптимизации и улучшению работы сайта в рамках стандартов ОАО «РЖД» и в соответствии с пожеланиями пассажиров².

Экономическая составляющая характеризуется высокой эффективностью производства и финансовой устойчивостью. Корпорация имеет высокую загрузку протяжённостью маршрутов, что позволяет использовать различные формы оплаты билетов и многократно повысить доходы. Кроме того, она активно внедряет современные информационные технологии, такие как мобильное приложение для покупки билетов, интерактивные табло с информацией о рейсах и рекламе, что не

только облегчает жизнь пассажиров, но и является дополнительным источником доходов. Осуществляются организация собственной защищённой сети на базе технологии VipNet, построение защищённых каналов связи между организациями и взаимодействие с сетями VipNet других организаций, формирование защищённого контролируемого доступа в интернет, реализация плана мероприятий по переходу корпорации на преимущественное использование отечественного программного обеспечения в области обеспечения информационной безопасности.

Объём инвестиций для развития пригородного комплекса в размере 21 038 тыс. р. запланирован в 2023 г. Благодаря высочайшему качеству работы, надёжности и удобству предоставляемых услуг пассажирская корпорация «N» заслужила отличную репутацию на рынке транспортных услуг и успешно развивается, сохраняя стабильный рост. Подробная объектная расшифровка инвестиционной программы капитальных вложений пассажирской компании «N» приведена в табл. 4. Источником финансирования указанных объёмов инвестиционных вложений является накопленная амортизация.

Таблица 3 / Table 3

Мероприятия по техническому переоснащению в 2021–2023 гг. /
Measures for technical re-equipment in 2021–2023³

№ п/п	Наименование мероприятий по техническому переоснащению на 2021 г. / Name of technical re-equipment activities for 2021	Срок ввода, год / Entry deadline, year	Ожидаемая отдача от внедренческой инициативы / Expected return from the implementation initiative
1	Приобретение табло расписания и отправления на территории Пригородного вокзала ст. Новосибирск–Главный / Purchase of timetable and departure boards on the territory of the Suburban Station st. Novosibirsk–Glavny	2022	Замена выходящего оборудования. Повышение качества сервиса / Replacement of retired equipment. Improving the quality of service
2	Приобретение легкового автомобиля / Purchasing a car	2022	Замена выходящего оборудования. Повышение производительности труда / Replacement of retired equipment. Increased labor productivity
3	Поставка стационарных ККТ / Supply of stationary cash registers (155 шт.)	2022	Замена выходящего оборудования. Повышение производительности труда. Повышение качества сервиса / Replacement of retired equipment. Increased labor productivity. Improving the quality of service
4	Поставка переносных ККТ / Supply of portable cash registers (58 шт.)	2022	Замена выходящего оборудования. Повышение производительности труда. Повышение качества сервиса / Replacement of retired equipment. Increased labor productivity. Improving the quality of service

¹ Официальный сайт ОАО «Российские железные дороги». – URL: <http://rzd.ru> (дата обращения: 15.02.2024). – Текст: электронный.

² Самые прибыльные сферы бизнеса в 2020–2021 гг. – URL: https://www.sberbank.ru/ru/s_m_business/pro_business/samy-pribylnye-sfery-biznesa-v-2020-2021-godah (дата обращения: 23.03.2024). – Текст: электронный.

³ Официальный сайт АО «Экспресс-пригород». – URL: <https://express-prigorod.ru/passenger/scheme> (дата обращения 15.02.2024). – Текст: электронный; Официальный сайт ОАО «Российские железные дороги». – URL: <http://rzd.ru> (дата обращения: 15.02.2024). – Текст: электронный.

Окончание табл. 3 / End the table 3

№ п/п	Наименование мероприятий по техническому переоснащению на 2021 г. / Name of technical re-equipment activities for 2021	Срок ввода, год / Entry deadline, year	Ожидаемая отдача от внедренческой инициативы / Expected return from the implementation initiative
5	Внедрение программно-аппаратной системы информационной безопасности / Implementation of a hardware and software information security system	2022	Информационная безопасность / Information Security
6	Установка системы быстрой регистрации поездки на пригородном электропоезде «КЛИК-КЛИК». Второй этап / Installation of a quick registration system for a trip on a suburban electric train «CLICK-CLICK». Stage 2	2022	Повышение качества сервиса / Improving the quality of service
7	Система резервного копирования данных / Data backup system	2022	Информационная безопасность / Information Security
8	Приобретение билетопечатающих автоматов (10 шт.) / Purchase of ticket printing machines (10)	2022	Замена выходящего оборудования. Повышение качества сервиса / Replacement of retired equipment. Improving the quality of service
9	Приобретение арочных металлодетекторов (4 шт.) / Purchase of arched metal detectors (4)	2022	Замена выходящего оборудования. Антитеррористическая безопасность / Replacement of retired equipment. Anti-terrorism security
10	Приобретение оборудования для отдела общественного питания / Purchase of equipment for the catering department	2022	Замена выходящего оборудования. Повышение качества сервиса / Replacement of retired equipment. Improving the quality of service
11	Капитальный ремонт системы АСОКУПЭ на о. п. Речной вокзал / Overhaul of the ASOKUPE system at the operational point. River Station	2022	Замена выходящего оборудования / Replacement of retired equipment

Таблица 4 / Table 4

Расшифровка инвестиционной программы капитальных вложений пассажирской компании «Н» без НДС, тыс. р. / Explanation of the investment program of capital investments of the passenger company "N" without VAT, thousand rubles¹

№ п/п	Наименование проекта / Name of the project	Потребность в инвестициях без НДС, тыс. р. / Need for investment excluding VAT, thousand rubles		Ввод в эксплуатацию в 2023г., тыс. р. / Commissioning in 2023, thousand rubles
		всего / total	за счёт амортизации 2023 г. / due to depreciation 2023	
1	Установка системы АСОКУПЭ на ст. Бердск. Второй этап / Installation of the ASOKUPE system at the station Berdsk. Stage 2	5 186,2	5 186,2	14,4
2	Приобретение трактора / Purchasing a tractor	3 385	3 385	3,4
3	Приобретение поломочной машины / Purchasing a scrubber dryer	1 003,7	1 003,7	1
4	Составление проектно-сметной документации на капитальный ремонт крыши здания пригородного вокзала / Drawing up design and estimate documentation for major repairs of the roof of a suburban station building	1 063,8	1 063,8	0
5	Составление проектно-сметной документации по установке пожарной сигнализации Склада № 5 Складского комплекса ст. Инья-Восточная / Drawing up design and estimate documentation for the installation of fire alarms at Warehouse No. 5 of the Warehouse complex st. Inya-Eas	150	150	0

¹ Официальный сайт АО «Экспресс-пригород». – URL: <https://express-prigorod.ru/passenger /scheme> (дата обращения: 15.02.2024). – Текст: электронный.

Окончание табл. 4 / End the table 4

№ п/п	Наименование проекта / Name of the project	Потребность в инвестициях без НДС, тыс. р. / Need for investment excluding VAT, thousand rubles		Ввод в эксплуатацию в 2023 г., тыс. р. / Commissioning in 2023, thousand rubles
		всего / total	за счёт амортизации 2023 г. / due to depreciation 2023	
6	Приобретение оборудования для отдела общественного питания / Purchase of equipment for the catering department	372,1	372,1	0,4
7	Приобретение билетопечатающих автоматов / Purchase of ticket printing machines	8 560,2	8 560,2	8,6
8	Приобретение программно-аппаратного комплекса для организации защищённой сети и защиты каналов связи / Purchase of a software and hardware system for organizing a secure network and protecting communication channels	603	603	0,6
9	Приобретение оргтехники отечественного производства / Purchase of domestically produced office equipment	414,2	414,2	0,4
10	Инвестиционный резерв / Investment reserve	300	300	300
Всего по амортизации / Total for depreciation		21 038,2	21 038,2	29,1
Всего / Total		21 038,2	21 038,2	–

Рекомендации по выбору амортизационной политики для увеличения собственных источников финансирования. В связи с быстрым развитием технологий и изменением экономических условий необходимо совершенствовать амортизационную политику, чтобы сохранить конкурентную позицию и обеспечить устойчивое развитие корпорации. Некоторые из возможных мер по совершенствованию амортизационной политики могут включать:

1) анализ данных. Необходимо рассмотреть данные по использованию активов и определить, какие из них необходимы для обновления или модернизации. При анализе данных необходимо определить, какие активы используются наиболее интенсивно, а какие имеют наибольший процент износа. Нужно обратить внимание на то, какие активы приносят максимальную экономическую выгоду, а какие необходимо заменить;

2) обновление и модернизация. Необходимо рассмотреть возможность обновления или модернизации существующих активов вместо их замены. Если активы имеют высокий процент износа и вынуждены часто заменяться или ремонтироваться, то корпорация может рассмотреть возможность замены их на новые, что позволит снизить расходы на обслуживание и повысить производительность. Это может позволить значительно снизить затраты на приобретение новых активов;

3) обучение персонала. Корпорация должна обучать свой персонал, чтобы они

могли правильно оценивать и управлять активами. Профессионально обученный персонал сможет качественно управлять активами и повышать эффективность их использования;

4) привлечение профессионалов. Корпорация должна использовать услуги профессионалов, например финансовых консультантов или инженеров, чтобы получить экспертные оценки активов и оптимизировать амортизационную политику. Привлечение профессионалов является важным шагом для обеспечения эффективного управления активами, что позволяет получить экспертные знания и опыт, необходимый для принятия обоснованных решений при управлении активами и оптимизации финансовых затрат;

5) определение оптимального СПИ актива. Необходимо определить оптимальный СПИ актива, чтобы максимизировать его отдачу. Это позволяет определить, сколько времени актив может использоваться до того, как потребуются его замена или модернизация. Оптимальный срок службы актива зависит от ряда факторов, таких как технологический прогресс, износ и степень использования;

6) мониторинг изменений. Необходимо регулярно проверять изменения в экономических условиях и технологических возможностях. Значительные изменения в экономике или технологиях могут повлиять на СПИ активов, что непосредственно отразится на амортизационной политике (стратегии). Со-

ответственно, необходимо на постоянной основе проверять изменения и адаптироваться к ним [3; 10; 14].

При выборе метода начисления амортизации и совершенствовании амортизационной политики важным показателем является коэффициент износа оборудования, который рассчитывается по формуле

$$KI_{oc} = (A/ПСoc) \times 100 \%, \quad (2)$$

где KI_{oc} – коэффициент износа основных средств;

A – амортизация, накопленная на момент расчёта;

$ПСoc$ – первоначальная стоимость основных средств.

$$KI_{oc} = 282573/1215309 = 0,232 \times 100 = 23 \%$$

Исходя из данных расчётов, можно сделать вывод о том, что основные фонды изношены на 23 % и нуждаются в замене или ремонте. Данный процент может указывать на необходимость увеличения инвестиций в объекты ОПФ, чтобы сохранить конкурентоспособность пассажирских перевозок. Пригородная пассажирская корпорация «N» использует линейный метод амортизации, т. к. он является наиболее простым и удобным. В случае увеличения процента износа необходимо рассмотреть возможность перехода к другим методам амортизации. Метод ускоренной амортизации позволит обновить объект ОПФ с меньшим сроком, чем при линейном методе начисления амортизации, который использует пригородная пассажирская компания в настоящее время.

В итоге совершенствование амортизационной политики позволяет корпорации эффективно использовать свои активы и обеспечивает устойчивое развитие в условиях быстро изменяющейся экономики. Для выбора оптимального метода начисления амортизации спрогнозируем сценарий при применении разработанной амортизационной политики, при котором пассажирская корпорация «N» один раз в 4 года приобретает 2 электропоезда серии ЭП2Д, ориентировочная стоимость каждого составляет 380,0 млн р. Для различных сценариях производственно-хозяйственной деятельности пассажирской корпорации «N» необходимо проанализировать возможность:

– расширения производства и увеличения объёмов производства. При таком сценарии необходимо рассмотреть возможности по приобретению нового оборудования и транспорта. Следует оценить СПИ и стои-

мость новых активов. Новое оборудование и транспорт также могут потребовать обучения сотрудников. Пассажирская корпорация может более быстро списывать стоимость капитальных активов и рассчитывать более быстрый возврат инвестиций в активы, что позволяет ей эффективно использовать свои ресурсы и быстрее приспосабливаться к растущим объёмам перевозок. Однако использование ускоренного метода амортизации может привести к более высокой износостойкости активов и сокращению их срока эксплуатации, что может потребовать более частой замены оборудования или других капитальных активов;

– сокращения производства и уменьшения объёмов перевозок. В таком сценарии корпорация может рассмотреть возможности по обновлению и модернизации существующих активов, чтобы сохранить их конкурентоспособность и уменьшить затраты. Использование ускоренного метода амортизации может стать не эффективным. Это связано с тем, что при таких условиях капитальные активы используются реже и, следовательно, оборудование и другие активы менее изнашиваются. При использовании ускоренного метода амортизации, значительная часть расходов по амортизации активов начисляется преимущественно в начальный период эксплуатации, что может привести к перерасходу в периоды, когда активы используются в меньшей степени¹ [12]. Это может, в свою очередь, исказить бухгалтерскую отчётность, что может быть негативным фактором при начислении налогов. Соответственно, необходимо объективно оценить необходимость использования менее интенсивных методов амортизации для обеспечения соответствия бухгалтерской отчётности и того, как используются капитальные активы в реальности [13; 14];

– изменения технологий производства и внедрение новых технологий. В этом случае необходимо обновлять и обучать персонал, чтобы правильно оценивать и управлять новыми активами, своевременно вносить соответствующие изменения в амортизационную политику. Это может привести к сокращению срока эксплуатации старых капитальных активов и необходимости быстрой замены оборудования, что может вызвать необходимость использования ускоренного метода амортизации. При внедрении новых техно-

¹ Доклад о влиянии пандемии коронавируса на бизнес. – URL: <http://doklad.ombudsmanbiz.ru/2020/7.pdf> (дата обращения: 23.03.2024). – Текст электронный.

логий капитальные активы могут быстрее устареть и потребовать замены, что может привести к затратам на новое оборудование. В этом случае ускорение амортизации может помочь быстрее компенсировать эти затраты и перейти на новое оборудование.

Для оптимизации использования активов необходимо рассмотреть возможности по улучшению использования существующих активов, таких как установка мониторинга использования активов и регулярный аудит принятых решений по приобретению и управлению активами. Далее проведён анализ различных методов начисления амортизации при выбранных условиях хозяйствования.

Сумма амортизации, начисленной линейным и комбинированным методами с понижающим коэффициентом 0,6, приведена в табл. 5.

Сумма затрат накопленной амортизации при использовании комбинированного метода с понижающим коэффициентом приведена на рис. 1.

При применении комбинированного метода с понижающим коэффициентом сумма накопленной амортизации, графически пред-

ставленная на рис. 1, на протяжении всего периода ниже той, где используется линейный метод.

Сумма амортизации, начисленной комбинированным методом с повышающим коэффициентом, приведена в табл. 6.

По данным табл. 6 можно сделать вывод о том, что по истечении 10 лет остаточная стоимость приобретённых электропоездов при комбинированном методе с повышающим коэффициентом составит 1585 млн р. (69 % первоначальной стоимости).

С применением комбинированного метода с повышающим коэффициентом сумма накопленной амортизации, графически представленная на рис. 2, на протяжении всего периода выше той, где используется линейный метод [7; 8; 11].

В условиях прогнозируемого сценария наиболее выгодным методом начисления амортизации для пригородной пассажирской корпорации является ускоренный метод амортизации, который позволит обновить объекты ОПФ с меньшим СПИ, чем при линейном методе начисления амортизации, который используют в настоящее время.

Таблица 5 / Table 5

Сумма амортизации, начисленной линейным и комбинированным методами с понижающим коэффициентом 0,6, тыс. р. / The amount of depreciation accrued linear and combined method with a reduction factor of 0.6, thousand roubles*

Год / Year	Амортизация / Depreciation	Остаточная стоимость основных средств / Residual value of fixed assets	Сумма, не облагаемая налогом на прибыль / Amount not subject to income tax	Экономия по налогу на прибыль / Income tax savings
Линейный метод / Linear method				
1	30 468	731 235	-	-
2	30 468	700 767	-	-
3	30 468	670 299	-	-
4	30 468	639 831	-	-
5	60 936	1 340 598	-	-
6	60 936	1 279 662	-	-
7	60 936	1 218 726	-	-
8	60 936	1 157 790	-	-
9	121 872	1 828 089	-	-
10	121 872	1 706 217	-	-
Всего	609 360	1 706 217		
Нелинейный метод / Nonlinear method (K=0,6)				
1	18 280,8	743 422,4	12 187,4	2 437,5
2	17 842,1	725 580,2	12 625,8	2 525,2
3	17 413,9	708 166,3	13 054,1	2 610,8
4	16 996	691 170,3	13 472,0	2 694,4
5	34 869	1 418 004,5	26 067,2	5 213,4
6	60 936	1 279 662	-	-
7	60 936	1 218 726	-	-
8	60 936	1 157 790	-	-

Окончание табл. 5 / End the table 5

Год / Year	Амортизация / Depreciation	Остаточная стоимость основных средств / Residual value of fixed assets	Сумма, не облагаемая налогом на прибыль / Amount not subject to income tax	Экономия по налогу на прибыль / Income tax savings
9	121 872	1 828 089	-	-
10	121 872	1 706 217	-	-
Всего	531 953,8	1 706 217	77 406,5	15 481,3

* Рассчитано авторами.

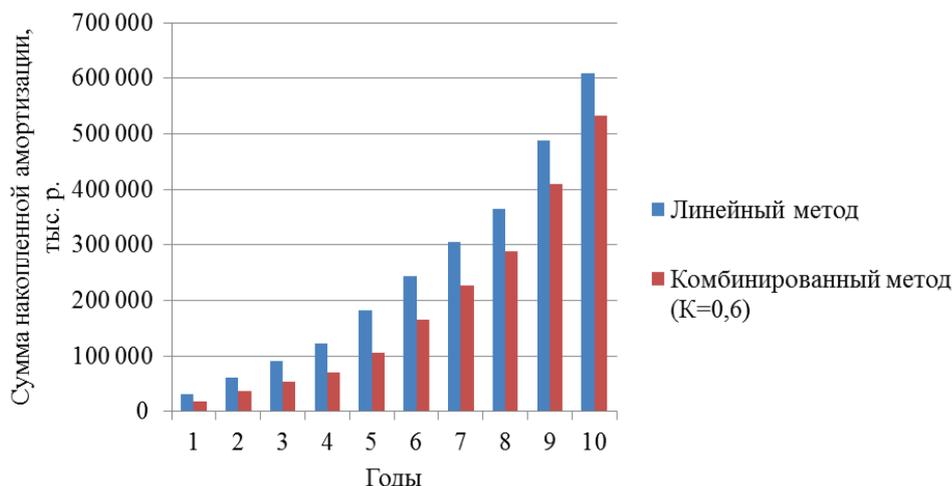


Рис. 1. Сумма накопленной амортизации при использовании комбинированного метода с понижающим коэффициентом / **Fig. 1.** The amount of accumulated depreciation when using the combined method with a reduction factor

Таблица 6 / Table 6

Сумма амортизации, начисленной линейным и комбинированным методами с повышающим коэффициентом 1,67, тыс. р / The amount of depreciation calculated using the linear and combined method with an increasing factor of 1.67, thousand roubles*

Год / Year	Амортизация / Depreciation	Остаточная стоимость основных средств / Residual value of fixed assets	Сумма, не облагаемая налогом на прибыль / Amount not subject to income tax	Экономия по налогу на прибыль / Income tax savings
Линейный метод / Linear method				
1	30 468	731 235	-	-
2	30 468	700 767	-	-
3	30 468	670 299	-	-
4	30 468	639 831	-	-
5	60 936	1 340 598	-	-
6	60 936	1 279 662	-	-
7	60 936	1 218 726	-	-
8	60 936	1 157 790	-	-
9	121 872	1 828 089	-	-
10	121 872	1 706 217	-	-
Всего	609 360	1 706 217		
Нелинейный метод / Nonlinear method (K=1,67)				
1	50 881,6	710 821,6	-20 413	-4 082,68
2	47 482,9	663 338,7	-17 015	-3 402,98
3	44 311	619 027,7	-13 843	-2 768,6
4	41 351	577 676,6	-10 883	-2 176,62
5	89 470,6	1 249 909,2	-28 534	-5 706,88
6	60 936	1 188 973,2	-	-

Окончание табл. 6 / End the table 6

Год / Year	Амортизация / Depreciation	Остаточная стоимость основных средств / Residual value of fixed assets	Сумма, не облагаемая налогом на прибыль / Amount not subject to income tax	Экономия по налогу на прибыль / Income tax savings
7	60 936	1 128 037,2	-	-
8	60 936	1 067 101,2	-	-
9	121 872	1 706 929	-	-
10	121 872	1 585 057	-	-
Всего	700 049,1	1 585 057	-90 689	-18 138

*Рассчитано авторами.

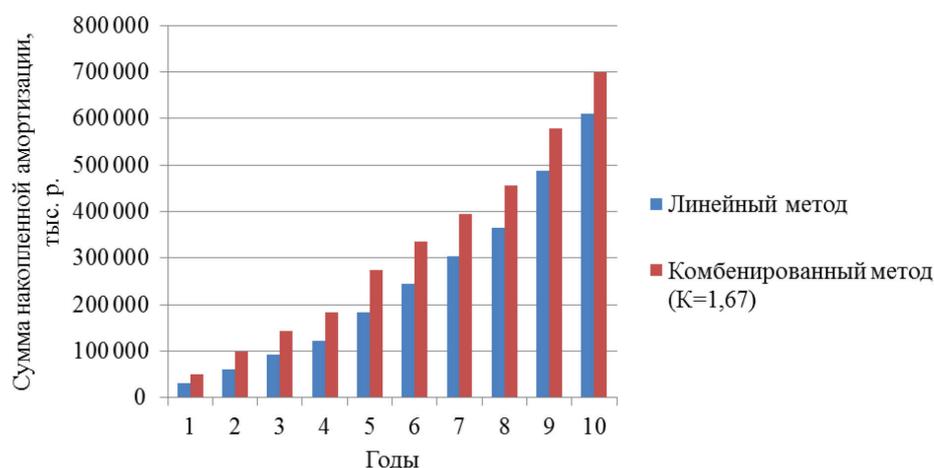


Рис. 2. Сумма накопленной амортизации при использовании комбинированного метода с повышающим коэффициентом / **Fig. 2.** The amount of accumulated depreciation using the combined method with increasing factors

Когда экономические условия неблагоприятны, ускоренный метод амортизации может быть особенно полезен. Это связано с тем, что при негативных экономических условиях может потребоваться быстро «избавиться» от активов, чтобы снизить свои расходы. Ускоренный метод амортизации позволяет снизить стоимость актива быстрее и, следовательно, снизить его стоимость реализации. В «нормальной» внешней среде ускоренный метод амортизации может использоваться для снижения налоговых платежей и увеличения чистой прибыли. Кроме того, использование этого метода может способствовать более точному учёту скоротечности актива и уменьшить риск переоценки активов.

В «хорошей» внешней среде ускоренный метод амортизации может использоваться для увеличения чистой прибыли и ускорения возврата инвестиций в активы. Кроме того, использование этого метода может уменьшить размеры налоговых изъятий (платежей) и снизить риски переоценки активов.

Выводы. Во всех сценариях пригородная пассажирская корпорация «N» должна производить регулярный анализ и мониторинг изменений, вносить соответствующие изменения в свою амортизационную политику, чтобы эффективно использовать свои активы и обеспечить своё устойчивое развитие, анализировать изменения в спросе на услуги и проводить мониторинг конкурентной среды, что поможет определять новые потребности пассажиров и разработать уникальное предложение, которое будет отличаться от конкурентов, а также адаптироваться к изменяющимся условиям рынка.

В целом, постоянный анализ и мониторинг изменений являются ключевым элементом успешной деятельности на рынке пассажирского транспорта.

Пригородная пассажирская корпорация «N» применяла прямую линейную методику расчёта амортизации. Однако анализ показал, что более эффективным методом для компании был бы метод ускоренной амортизации, который позволяет более точно от-

разить улучшение технологий и сокращение срока службы оборудования.

Таким образом, для пригородной пассажирской корпорации «N» самым приемлемым является метод ускоренной амортизации, который позволит обновить объекты ОПФ с меньшим СПИ, чем при линейном

методе начисления амортизации. Так, сумма накопленной амортизации линейным методом за 10 лет составит 609,4 млн р., тогда как при нелинейном методе ускоренной амортизации – 737,2 млн р., что на 20 % больше суммы накопленной амортизации линейным методом.

Список литературы

1. Абдокова Л. З., Абдуев М. Х. Методы начисления амортизации как резерв улучшения финансовых ресурсов // Вестник академии знаний. 2019. № 35. С. 10–13.
2. Камалова А. Т., Минеева В. М. Амортизационная политика и её влияние на финансовый результат в современных условиях // Экономические исследования и разработки. 2021. № 4. С. 68–82.
3. Каплан Р. С., Нортон Д. П. Сбалансированная система показателей: от стратегии к действию. М.: Олимп-Бизнес, 2008. 294 с.
4. Конципко Н. В. Развитие концептуальных подходов к амортизационной политике как собственному источнику финансирования корпорации // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2017. № 37. С. 153–168.
5. Конципко Н. В. Экономическое моделирование как инструмент планирования стратегического развития индустриальных корпораций (групп) // Аудит и финансовый анализ. 2017. № 3-4. С. 222–225.
6. Кутер М. И., Кузнецов А. В., Мамедов Р. И. Современный взгляд на концепцию амортизации // Экономический анализ. Теория и практика. 2008. № 24. С. 2–11.
7. Миляева Л. В. Теоретические аспекты амортизационной политики как одного из источников воспроизводства основного капитала субъекта хозяйствования. М.: ЮНИТИ, 2019. 61 с.
8. Федорович В. О., Воробьев Д. А. Экономические элементы затрат и амортизационная политика предприятия железнодорожного транспорта // Проблемы антикризисного управления и экономики регионов (ПАУЭР-2020): материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск, 2021. С. 210–212.
9. Федорович В. О., Конципко Н. В. Собственные источники стратегических финансовых накопленный индустриальных корпораций. Новосибирск: НГУЭУ, 2011. 200 с.
10. Ханк Дж. Э., Уичерн Д. У., Райтс А. Дж. Бизнес-прогнозирование. М.: Вильямс, 2017. 656 с.
11. Хлынин Э. В. Оценка интенсивности возмещения стоимости основных средств в результате использования различных способов амортизации // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. 2019. № 2. С. 3–12.
12. Хлынин Э. В., Васин Л. А., Коровкина Н. И. Разработка системы управления основными средствами в условиях реструктуризации производственной деятельности промышленных предприятий // Финансы и кредит. 2024. Т. 30, № 3. С. 557–582.
13. Fedorovich V., Lunina T., Fedorovich T. Economic assessment of the innovative potential of transport corporation // International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia – 2021. Vol. 2. Ser. "Lecture Notes in Networks and Systems". 2022. P. 101–110.
14. Fedorovich V. O., Fedorovich T. V. The value of a firm: asymmetric information in economic value added measurement // Digest Finance. 2020. Vol. 25, no. 1. P. 53–67.

References

1. Abdokova L. Z., Abduev M. H. Methods of depreciation accrual as a reserve for improving financial resources. Bulletin of the Academy of Knowledge, no. 35, pp. 10–13, 2019. (In Rus.)
2. Kamalova A. T., Mineeva V. M. Depreciation policy and its impact on financial results in modern conditions. Economic Research and Development, no. 4, pp. 68–82, 2021. (In Rus.)
3. Kaplan R. S., Norton D. P. Balanced scorecard: from strategy to action. Moscow: Olympus-Business, 2008. 294 p. (In Rus.)
4. Kontsipko N. V. Development of conceptual approaches to depreciation policy as a corporation's own source of financing. Bulletin of Tomsk State University Economy, no. 37, pp. 153–168, 2017. (In Rus.)
5. Kontsipko N. V. Economic modeling as a tool for planning strategic development of industrial corporations (groups). Audit and Financial Analysis, no. 3-4, pp. 222–225, 2017. (In Rus.)
6. Kuter M. I., Kuznetsov A. V., Mammadov R. I. Modern view on the concept of depreciation. Economic Analysis. Theory and Practice, no. 24, pp. 2–11, 2008. (In Rus.)
7. Milyaeva L. V. Theoretical aspects of depreciation policy as one of the sources of reproduction of the fixed capital of a business entity. Moscow: UNITY, 2019. 61 p. (In Rus.)
8. Fedorovich V. O., Vorobyov D. A. Economic elements of costs and depreciation policy of a railway transport enterprise. Problems of anti-crisis management and regional economics (POWER-2020): materials of the VI International Scientific and Practical Conference. Novosibirsk, 2021. P. 210–212. (In Rus.)

9. Fedorovich V. O., Kontsipko N. V. Own sources of strategic financial savings of industrial corporations. Novosibirsk: NGUEU, 2011. 200 p. (In Rus.)
10. Hunk J. E., Wychem D. W., Wrights A. J. Business forecasting. Moscow: Williams, 2017. 656 p. (In Rus.)
11. Khlynin E. V. Assessment of the intensity of reimbursement of the cost of fixed assets as a result of using various methods of depreciation. *Izvestiya Tula State University. Economic and Legal Sciences*, no. 2, pp. 3–12, 2019. (In Rus.)
12. Khlynin E. V., Vasin L. A., Korovkina N. I. Development of a fixed asset management system in the context of restructuring the production activities of industrial enterprises. *Finance and Credit*, vol. 30, no. 3, pp. 557–582, 2024. (In Rus.)
13. Fedorovich V., Lunina T., Fedorovich T. Economic assessment of the innovative potential of transport corporation. *International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia – 2021. Vol. 2. Ser. "Lecture Notes in Networks and Systems"*. 2022. P. 101–110. (In Eng.)
14. Fedorovich V. O., Fedorovich T. V. The value of a firm: asymmetric information in economic value added measurement. *Digest Finance*, vol. 25, no. 1, pp. 53–67, 2020. (In Eng.)

Информация об авторах

Федорович Владимир Олегович, д-р экон. наук, профессор, кафедра менеджмента на транспорте, Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Россия; klania2002@mail.ru. Область научных интересов: экономика и финансы крупных индустриальных корпораций.

Федорович Татьяна Владимировна, д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры экономики, управления, социологии и педагогики, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет, г. Новосибирск, Россия; tani_vf@mail.ru. Область научных интересов: финансы, бухгалтерский учёт и отчётность крупных корпоративных образований.

Information about the authors

Fedorovich Vladimir O., doctor of economic sciences, professor, professor of Transport Management department, Siberian State University of Communications, Novosibirsk, Russia; klania2002@mail.ru. Research interests: economics and finance of large industrial corporations.

Fedorovich Tatyana V., doctor of economic sciences, associate professor, professor of Economics, Management, Sociology and Pedagogy department, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, Novosibirsk, Russia; tani_vf@mail.ru. Research interests: finance, accounting and reporting of large corporate entities.

Вклад авторов в статью

Федорович В. О. – анализ влияния методов амортизации активов на эффективность хозяйственной деятельности транспортной корпорации, разработка методологии исследования, сбор материалов, библиографии, написание текста.

Федорович Т. В. – разработка сценарных подходов, анализ инструментов для формирования рациональной амортизационной политики пригородной пассажирской железнодорожной корпорации, расчёты амортизационной премии, написание текста.

The authors` contribution to the article

Fedorovich V. O. – analysis of the asset depreciation methods impact on the efficiency of economic activities of a transport corporation, development of research methodology, collection of materials, bibliographies, writing text.

Fedorovich T. V. – development of scenario approaches, analysis of tools for the formation of a rational depreciation policy for a suburban passenger railway corporation, calculations of depreciation bonuses, writing the text.

Для цитирования

Федорович В. О., Федорович Т. В. Влияние методов амортизации активов на эффективность хозяйственной деятельности транспортной корпорации // Вестник Забайкальского государственного университета. 2024. Т. 30, № 3. С. 111–125. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-111-125.

For citation

Fedorovich V. O., Fedorovich T. V. The Influence of Asset Depreciation Methods on the Efficiency of Economic Activity of a Transport Corporation // *Transbaikal State University Journal*. 2024. Vol. 30, no. 3. P. 111–125. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-111-125.

Научная статья

УДК 329.05 (430)

DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-126-137

«Союз Сары Вагенкнехт – благоразумие и справедливость» и раскол левой партийной оппозиции в ФРГ: кризис или обновление?

Евгений Новомирович Спасский

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск, Россия
srs2@festu.khv.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3280-2844>

Информация о статье

Поступила в редакцию
23.05.2024

Одобрена после
рецензирования 11.07.2024

Принята к публикации
07.08.2024

Ключевые слова:

*Федеративная
Республика Германия,
политические партии,
партийная система,
бундестаг, «Союз Сары
Вагенкнехт – благоразумие
и справедливость»,
партия «Левая», выборы,
избиратели, политическая
конкуренция, оппозиция*

Статья посвящена возникновению новой германской политической партии «Союз Сары Вагенкнехт – благоразумие и справедливость» (далее – партия «ССВ»). Актуальность исследования заключается в том, что заявленная научная проблематика имеет особый интерес в контексте современной геополитической ситуации, которая диктует необходимость учитывать позиции новых группировок через призму российских национальных и внешнеполитических интересов. Объект исследования – партия «ССВ». Цель исследования – изучение новой партии и политических последствий её возникновения для левой партийной оппозиции. Для достижения цели исследования использовали сравнительный и структурно-генетический методы, позволяющие проследить динамику становления и развития левых группировок в объединённой Германии. Задачи исследования: анализ политических предпосылок возникновения партии «ССВ»; изучение организационных особенностей её становления; выявление политических последствий создания новой группировки для левой партийной оппозиции и партийной системы в целом. Изучены причины появления партии «ССВ», выявлены истоки внутреннего конфликта в партии «Левая», проанализированы программные установки партии «ССВ» и её электоральные перспективы, описаны последствия возникновения новой партии для левых политических сил и германской партийной системы в целом. Сформулирован вывод о том, что появление на политической сцене Германии партии «ССВ» знаменует новый этап в развитии как левого движения, так и всей партийной системы. Для левых сил это означает, что фаза их консолидации сменилась фазой дезинтеграции. Для партийной системы создание ССВ может иметь двоякие последствия. С одной стороны, появление новой партии свидетельствует о её дальнейшей фрагментации. С другой стороны, становится очевидным уменьшение влияния существующих партий, прежде всего таких как «Альтернатива для Германии» и «Левая». Перспективы влияния партии «ССВ» будут обусловлены востребованностью её политической повестки и организационной устойчивостью.

“The Sahara Wagenknecht Alliance – Reason and Justice” and the Split of the Left-Wing Party Opposition in Germany: Crisis or Renewal?

Evgeny N. Spassky

Far Eastern State Transport University, Khabarovsk, Russia
srs2@festu.khv.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3280-2844>

Information about the article

Received 23 May 2024

Approved after review
11 July 2024

Accepted for publication
7 August 2024

The paper is devoted to the emergence of a new German political party “Sarah Wagenknecht Union – Reason and Justice” (party “SWU”). The relevance of the study lies in the fact that the stated scientific problematic is of particular interest in the context of the current geopolitical situation, which dictates the need to take into account the positions of new groups through the prism of Russian national and foreign policy interests. The object of this study is the political party “SWU”. The aim of the research is to view the new party and the political consequences of its emergence for the left-wing party opposition. To attain the goal comparative and structural-genetic methods were used, allowing us to trace the dynamics of formation and development of left-wing groups in united Germany. The research tasks include the analysis of the political and ideological prerequisites for the SWA emergence; a study of the organizational and structural features of its formation; the identification of the political consequences of a new grouping both for the left-wing party opposition and the party system as a whole. The research results embrace the reasons for the emergence of the party “SWU”; the origins of the internal conflict in the Left party which led to the formation of a new political grouping; the program settings of the SWA and its electoral prospects; the consequences of the formation of a new party both for left-wing political forces and the party system as a whole. The research conclusions underline the following ideas. The emergence of a new party on the German political scene such as the party “SWU” marks a new stage in the development of both the left movement and its party system as a whole. For the Left, this means that the phase of their consolidation has been replaced by a phase of disintegration, which has taken the form of a party split. For the German party system, the creation of the party “SWU” can have two consequences. On the one hand, the emergence of a new left-wing party indicates further fragmentation and pluralization of the political system. On the other hand, it is becoming obvious that the impact of existing parties, primarily the “Alternative for Germany” and the “Left” is decreasing. For the “Left”, the activity of the party “SWU” is an existential threat and may lead to its disappearance as a pan-German parliamentary grouping. The prospects for the influence of the party “SWU” is related to the relevance of the political agenda that the new party will offer to voters as well as to its organizational stability.

Keywords:

Federal Republic of Germany, political parties, party system, Bundestag, the Sarah Wagenknecht Alliance – Reason and Justice, Left party, elections, voters, political competition, opposition

Введение. В январе 2024 г. в Германии создана политическая партия «Союз Сары Вагенкнехт – благоразумие и справедливость» (далее – партия «ССВ»), основателями которой стали бывшие члены партии «Левая» во главе с одним из её прежних лидеров Сарой Вагенкнехт. К процессу институционализации новых политических организаций в ФРГ всегда было приковано внимание представителей российской политической науки. Учитывая же тот факт, что именно левые немецкие партии являлись объектом пристального внимания со стороны отечественных учёных ввиду особенностей российско-германского исторического опыта, значимость темы исследования приобретает дополнительный оттенок.

Актуальность исследования заключается в том, что заявленная научная про-

блема имеет особый интерес в контексте современной геополитической ситуации, которая диктует необходимость учитывать позиции новых группировок через призму российских национальных и внешнеполитических интересов.

Объект исследования – партия «ССВ».

Предмет исследования – особенности становления новой группировки и влияние раскола левой оппозиции на перспективы её дальнейшего развития в партийной системе.

Цель исследования – изучение новой партии и политических последствий её возникновения для левой партийной оппозиции.

Задачи исследования: анализ политических и идеологических предпосылок возникновения партии «ССВ»; изучение организационно-структурных особенностей её становления; выявление политических по-

следствий создания новой группировки как для левой партийной оппозиции, так и в отношении партийной системы в целом.

Методология и методы исследования. Для достижения целей исследования и решения его задач использовали сравнительный и структурно-генетический методы, позволяющие проследить динамику становления и развития левых группировок в объединённой Германии, а также выявить особенности становления вновь организованной политической партии.

Разработанность темы исследования. Как уже было отмечено, изучение левых политических сил Германии является сложившейся традицией в отечественных германских исследованиях, ввиду чего перечень научных работ на данную тему весьма обширен. Однако учитывая тот факт, что проблематика данного исследования связана непосредственно с организационным расколом в партии «Левая» и возникновением партии «ССВ», публикации, так или иначе посвящённые именно этим процессам, немногочисленны. Одной из первых работ, посвящённых возникновению партии «ССВ», стала статья В. Б. Белова [4], в которой рассматриваются процессы её организационной подготовки и анализируются траектории будущего политического влияния. В его работах освещаются процессы внутривнутрипартийной борьбы в партии «Левая» в контексте создания Сарой Вагенхехт собственного объединения [3]. Косвенно данная проблематика затрагивается в статьях Е. Н. Спасского [8; 9]. Политико-идеологическим предпосылкам раскола партии «Левая» задолго до создания партии «ССВ» посвящена аналитическая работа С. В. Погорельской [6]. В целом, следует констатировать, что в силу новизны и незавершённости исследуемых процессов в российской политологической литературе существует дефицит разработок, посвящённых становлению новой политической партии и её перспективам. Таким образом, актуальность авторской постановки проблемы состоит в комплексном изучении процессов, связанных с образованием партии «ССВ».

Результаты исследования и их об- суждение. В истории развития левой партийной оппозиции в объединённой Германии можно выделить несколько этапов. На первом, в 1990-е и в начале 2000-х годов, левые в лице «Партии демократического социализма» и «Левой партии» шли по пути интеграции в общегерманскую партийную систему,

стремясь стать устойчивой парламентской группировкой федерального масштаба. Эта задача была решена в 2005–2007 гг., что и ознаменовалось созданием нынешней партии «Левая». На втором этапе, в последующее десятилетие, партия вышла на пик своего политического влияния, набирая в среднем 9,9 % голосов на выборах в бундестаг¹, входя в парламенты большинства земель и впервые возглавив в 2014 г. региональное правительство². Однако уже с середины 2010-х годов партия «Левая» стала терять общественную поддержку, что связано с изменением германской внутривнутриполитической повестки, одним из центральных пунктов которой стала проблема миграции, волны которой накрыли Европу, а вместе с ней и Германию. Несмотря на то, что на федеральных выборах 2017 г. партия «Левая» улучшила прошлый результат, её позиции на востоке страны, где она была традиционно сильна, значительно ослабли [5; 6; 13]. Стагнация политического влияния в следующем избирательном цикле поставила партию на грань электорального поражения, предотвратить которое помогло получение трёх прямых мандатов, позволивших ей остаться в парламенте после федеральных выборов 2021 г. Соответственно, выборы в двадцатый бундестаг подвели определённую черту под тридцатилетней историей левых в объединённой Германии, отбросив их на исходные электоральные позиции конца XX – начала XXI в., т. е. в те времена, когда они балансировали на грани пятипроцентного барьера.

Как известно, особенностью конструкции партийной системы объединённой Германии является тот факт, что её левый спектр имел отчётливую восточногерманскую специфику. Соответственно, этаблирование левых на федеральном уровне было обусловлено их продвижением на запад, в старые федеральные земли. Процесс национального масштабирования сопровождался политической аккультурацией западных и восточных левых, что обусловило, с одной стороны, усиление внутривнутрипартийной гетерогенности, а с другой – рост национальной унификации партии и постепенную утрату восточногерманского политико-культурного профиля. Следствием этого стало то, что миграционный кризис 2014–2015 гг., а также выход на авансцену германской партийной системы «Альтерна-

¹ В 2009 г. партия «Левая» получила 11,9 % голосов, в 2013 г. – 8,6 %, в 2017 г. – 9,2 %.

² В федеральной земле Тюрингия.

тивы для Германии» (далее – партия «АдГ»), которая на выборах 2017 г. стала третьей по политическому влиянию парламентской группировкой, лишили партию «Левая» былого электорального влияния в восточных федеральных землях.

В стремлении дать ответ на изменение общественных настроений германских избирателей, сделать повестку партии «Левая» более национально и социально ориентированной, вернуть восточный электорат, повернувшийся к партии «АдГ», одна из лидеров партии «Левая» Сара Вагенкнехт инициировала осенью 2018 г. создание движения «Поднимайтесь». Новое политическое движение, спроецированное в качестве непартийного объединения и нацеленное на консолидацию левых избирателей, ориентирующихся не только на партию «Левая», но и на «Социал-демократическую партию Германии» (далее – «СДПГ») и «зелёных», взяв быстрый старт, уже в начале 2019 г. оказалось в кризисе. Сара Вагенкнехт видела причины неудачи в нежелании партии «Левая» и «СДПГ» воспользоваться шансами для объединения сторонников левых сил. Оппоненты Сары Вагенкнехт в руководстве партии «Левая» полагали, что новое движение не приносит партии никакой пользы, оказывая внешнее давление на принятие решений и распыляя партийные ресурсы [17]. Таким образом, попытка внутренней перезагрузки партии «Левая» посредством внепартийной мобилизации потерпела неудачу, предопределив углубление раскола между сторонниками национально ориентированной левой повестки во главе с Сарой Вагенкнехт и прагматиками-реалистами, тяготеющими к социал-демократам и «зелёным».

Результаты парламентских выборов 2021 г. показали очевидность кризисного состояния партии «Левая». Тенденция снижения электорального влияния продолжилась и на всех земельных выборах 2022 г., где партия неизменно теряла поддержку избирателей [8]. На очередном съезде партии в Эрфурте (июнь 2022 г.) сторонники Сары Вагенкнехт оказались в меньшинстве, потерпев поражение на выборах её руководства [12], что предопределило дальнейшую структурную эрозию партии «Левая», делавшей неизбежным внутрипартийный раскол. Тем не менее, консолидация той части руководства партии, которая поддерживала Сару Вагенкнехт, до определённого времени не принимала организационных форм, протекая внутри партии «Левая».

Очертания нового партийного проекта стали складываться во второй половине 2023 г., когда был зарегистрирован его устав, а в сентябре и само объединение – партия «ССВ», которое становилась переходной организационной формой для создания в будущем полноценной политической партии [4]. Официальная презентация нового объединения состоялась на пресс-конференции 23 октября в Берлине, в которой наряду с Сарой Вагенкнехт приняли участие представители его организационного ядра. Председателем партии «ССВ» стала Амира Мохамед Али, ранее объявившая о своём уходе с поста руководителя фракции «Левой» в бундестаге [15]. В учредительном манифесте объединения говорилось, что партия «ССВ» основана, чтобы подготовить создание новой партии: «Мы выступаем за возврат в политику здравого смысла. Германия нуждается в сильной, инновационной экономике и социальной справедливости, мире и честной торговле, уважении индивидуальной свободы своих граждан и открытой культуре дискуссий»¹. В целом данный программный документ был посвящён описанию стратегических ориентиров нового объединения, таких как здравый смысл в экономике, социальная справедливость, мир и свобода. Объяснения организационных причин и идеологических разногласий, побудивших сторонников Сары Вагенкнехт покинуть ряды партии «Левая», представлены в политическом заявлении «Почему мы покидаем “Левую”?»: «Конфликты последних лет велись из-за политического курса “Левой”. Не раз мы аргументировали, что ложные акценты и отсутствие внимания к социальной справедливости и установлению мира подрывают авторитет партии. Неоднократно мы говорили, что фокусировка на урбанистической, молодёжной и активистской среде отталкивает наших традиционных избирателей. Снова и снова мы пытались предотвратить поражения партии через изменение её политического курса. И в этом мы не добились никакого успеха... Ввиду этого мы больше не видим места в партии для своих взглядов... Политические пространства в партии стали для нас так малы, что мы не можем в них больше поместиться»².

¹ Unser Gründungsmanifest. Bündnis Sahra Wagenknecht. – URL: <https://buendnis-sahra-wagenknecht.de/bsw/#:~:text=Unser%20Gr%C3%BCndungsmanifest,B%C3%BCndnis%20Sahra%20Wagenknecht> (дата обращения: 02.04.2024). – Текст: электронный.

² Warum wir DIE LINKE verlassen. – URL: <https://buendnis-sahra-wagenknecht.de/aktuelles> (дата обращения: 02.04.2024). – Текст: электронный.

Параллельно тому, как новое объединение постепенно созревало в недрах партии, противники Сары Вагенкнехт активно выступали за то, чтобы «Левая» решительно «положила конец публичным дискуссиям о создании конкурирующего партийного проекта», инициируя процедуру исключения из партии его участников¹. Требования об исключении сторонников Вагенкнехт из партии «Левая», а также призывы к ним о добровольном сложении полномочий депутатов бундестага усилились после официальной регистрации нового объединения² и состоявшихся в начале октября земельных выборов в Баварии и Гессене, где партия потерпела очередную неудачу³.

Первая официальная реакция руководства партии «Левая» на организационный раскол нашла отражение в резолюции правления партии, принятой 23 октября 2023 г., когда сторонники Сары Вагенкнехт публично анонсировали создание новой организации и свой разрыв с «Левой». Выход из партии десяти депутатов бундестага, поддерживающих Сару Вагенкнехт, и формирование ими собственной партии были расценены как «атака на единственную в этой стране парламентскую левую партию, нацеленная на всех левых как единого целого». Сторонникам Сары Вагенкнехт ставилось в упрек то, что создаваемая ими конкурирующая партия «не имеет права строиться на основе левой программы и тех парламентских мандатов, которые они получили благодаря избирательной борьбе членов «Левой»⁴. Руководством партии «Левая» дана идеологическая оценка тех программных принципов, которые провозглашены сторонниками новой партии: «По многим позициям они отказались от основополагающих левых прин-

ципов. Подчёркивание консервативных ценностей, ориентация на ордолиберальную экономическую политику, открытость к пожертвованиям предпринимателей, перенос в далёкое будущее необходимой сейчас защиты климата и климатической перестройки, требование полностью лишить социальных выплат тех, кому отказали в праве на убежище после проведения пограничного контроля и разделения беженцев – всё это несовместимо с Эрфуртской программой «Левой»⁵.

Выход Сары Вагенкнехт и её сторонников из партии «Левая» деактуализировал процедуру их исключения из партии, однако, покинув её, основатели нового объединения отказались складывать с себя полномочия депутатов бундестага в пользу теперь уже своей прежней организации. Учитывая то, что из партии «Левая» вышли десять членов её парламентской фракции, последняя потеряла свой фракционный статус⁶ и вынуждена была принять решение о самороспуске⁷. Ввиду этого фракция «Левой» в бундестаге должна была трансформироваться в две парламентские группы, одна из которых представляла прежнюю партию, а другая состояла из членов партии «ССВ». Потеря статуса фракции влекла за собой уменьшение государственного финансирования и парламентских прав в бундестаге. Следовательно, процесс организационного размежевания партии «Левая» набирал ход, затрагивая всё новые структурные уровни. Если для сторонников Сары Вагенкнехт он представлял собой движение в сторону создания полноценной политической партии и формирования её региональной структуры, то в партии «Левая» партийный раскол воспринимался как завершение «долголетней отложенной шахматной партии» и окончание периода её «деструктивного самоопределения»⁸.

⁵ Там же.

⁶ Фракция «Левой» до выхода из неё представитель «Союза Сары Вагенкнехт» насчитывала 38 членов, минимально необходимое число депутатов для образования фракции составляет 37.

⁷ Linksfraktion beschließt eigene Auflösung zum. – Текст: электронный // Zeit online. – URL: <https://www.zeit.de/politik/deutschland/2023-11/linksfraktion-beschliesst-eigene-aufloesung-zum-6-dezember> (дата обращения: 15.04.2024).

⁸ Unsere Zukunft beginnt jetzt: Die LINKE als Stimme für soziale Gerechtigkeit, Frieden und Klimaschutz stärken! Beschluss des Parteivorstandes vom 23. – URL: <https://www.die-linke.de/partei/parteidemokratie/parteivorstand/parteivorstand-2022-2024/detail-beschluesse-pv/unsere-zukunft-beginnt-jetzt-die-linke-als-stimme-fuer-soziale-gerechtigkeit-frieden-und-klimaschutz-staerken> (дата обращения: 09.04.2024). – Текст: электронный.

¹ Unser Plan 2025: Comeback einer starken LINKEN. Beschluss der Parteivorstandsberatung vom. – URL: <https://www.die-linke.de/partei/parteidemokratie/parteivorstand/parteivorstand-2022-2024/beschluesse/news/seite-9> (дата обращения: 06.04.2024). – Текст: электронный.

² «Союз Сары Вагенкнехт – за благоразумие и справедливость» зарегистрирован 26 сентября 2023 г.

³ Aufbau anderer Parteiprojekte. Beschluss der Parteivorstandsberatung vom. – URL: <https://www.die-linke.de/partei/parteidemokratie/parteivorstand/parteivorstand-2022-2024/detail-beschluesse-pv/aufbau-anderer-partei-projekte> (дата обращения: 09.04.2024). – Текст: электронный.

⁴ Unsere Zukunft beginnt jetzt: Die LINKE als Stimme für soziale Gerechtigkeit, Frieden und Klimaschutz stärken! Beschluss des Parteivorstandes vom 23. – URL: <https://www.die-linke.de/partei/parteidemokratie/parteivorstand/parteivorstand-2022-2024/detail-beschluesse-pv/unsere-zukunft-beginnt-jetzt-die-linke-als-stimme-fuer-soziale-gerechtigkeit-frieden-und-klimaschutz-staerken> (дата обращения: 09.04.2024). – Текст: электронный.

Новая политическая партия ССВ официально зарегистрирована 8 января 2024 г. В преамбуле устава партии говорилось следующее: «"Союз Сары Вагенкнехт – благоразумие и справедливость" является демократической партией, которая выступает за возвращение в политику здравого смысла. Мы убеждены в том, что Германии нужна сильная, инновационная экономика и социальная справедливость, мир и честная торговля, равно как и открытая культура дискуссий, а также уважение индивидуальной свободы граждан и гражданок. Это те цели, которые мы ставим перед собой»¹. В целом учредительные документы партии – устав и манифест – сохранили основополагающие принципы и цели, которые декларировались в документах, когда она существовала в форме непартийного объединения. Сопредседателями партии стали Сара Вагенкнехт и Амира Мохамед Али, а заместителем председателя – Шервин Хагшено.

27 января 2024 г. в Берлине состоялся учредительный съезд новой партии, в котором приняли участие 450 делегатов. Съезд избрал партийное правление², а также утвердил программу и список кандидатов к выборам в Европарламент³, участие в которых будет первой масштабной электоральной пробой сил для партии «ССВ».

Европейская предвыборная программа партии отмечена массивной критикой существующего положения дел в Евросоюзе: «Растущая европейская неспособность к совместным действиям является серьёзной проблемой. ... Брюссель является европейской столицей лоббистов. Почти 30 тыс. лоббистов оказывают влияние на органы Евросоюза. Почти 70 % из них работают на крупные компании и экономические союзы. У многих людей в ЕС создаётся впечатление, что Брюссель далёк от них и там принимаются непрозрачные решения, вопреки их интересам... Европе нужны лучше функциониру-

ющая демократия и большее участие граждан вместо растущей концентрации власти в руках брюссельских технократов и бюрократов»⁴. В целом программа партии к выборам в Европарламент включала такие ключевые разделы, как здравый смысл в экономике, социальная справедливость, мирные (внешнеполитические) инициативы, свобода и демократия, которые уже стали краеугольными принципами учредительного манифеста, но были интерпретированы в данном документе применительно к европейским проблемам и задачам. Стоит также отметить, что важной частью европрограммы партии стало её видение решения конфликта на Украине: «Мы требуем установления перемирия и возобновления мирных переговоров. Чтобы мотивировать Россию к возобновлению переговоров, необходимо немедленное прекращение поставок на Украину всех видов вооружений. В равной степени и в отношении украинского руководства необходимо увязать готовность к мирным переговорам в качестве предварительного условия его дальнейшей поддержки и выплат из так называемого "Фонда помощи Украине"». Кроме того, в программе содержалось требование о моратории на расширение Евросоюза и установлении единых критериев для всех кандидатов на вступление в его ряды. При этом партия выступала против возобновления переговоров о приёме в Евросоюз Украины, Молдавии и Грузии⁵.

Вслед за формированием общегерманской партийной структуры и утверждением программных документов насущной задачей для партии становится создание её земельных организаций, особенно в восточных землях, где летом она планировала принять участие в коммунальных выборах, а уже осенью побороться за места в ландтагах⁶. 24 февраля 2024 г. в Хемнице (Саксония) основан первый земельный союз новой партии, который возглавили бывший депутат бундестага от партии «Левая» Сабина Циммерманн и предприниматель Йорг Шайбе. Ближайшими электоральными кампаниями партии «ССВ» в Саксонии будут коммунальные выборы (июнь 2024 г.), а также земельные, где

¹ Bündnis Sahra Wagenknecht – Vernunft und Gerechtigkeit. Bundessatzung. – URL: https://bsw-vg.de/wp-content/uploads/2024/02/Satzung_BSW.pdf (дата обращения: 09.04.2024). – Текст: электронный.

² Состав правления: Сара Вагенкнехт и Амира Мохамед Али – сопредседатели партии, Кристиан Лейе – генеральный секретарь, заместитель председателя партии – Шервин Хагшено, Ральф Суикат – федеральный казначей, Лукас Шён – руководитель канцелярии.

³ Партийный список на выборах в Европарламент, насчитывающий 20 кандидатов, возглавили бывший депутат бундестага от «Левой» (2017–2021 гг.) Фабио де Маззи и прежний обер-бургомистр Дюссельдорфа, эксклчлен «СДПГ» Томас Гайзель.

⁴ Bündnis Sahra Wagenknecht – Vernunft und Gerechtigkeit. Programm für die Europawahl 2024. – URL: <https://bsw-vg.de/programm/europawahlprogramm-2024> (дата обращения: 09.04.2024). – Текст: электронный.

⁵ Там же.

⁶ На первое сентября 2024 г. запланированы выборы в Тюрингии и Саксонии, на 22 сентября – выборы в Бранденбурге.

партия рассчитывает на высокий результат¹. 15 марта 2024 г. образована земельная организация в Тюрингии, одним из руководителей которой стала действующий обер-бургомистр г. Айзенах и бывший член ландтага от партии «Левая» Катя Вольф [16]. Менее успешно обстояли дела у партии в Бранденбурге, где в середине февраля она насчитывала всего 14 членов. Отсутствие региональной организации не давало партии права участвовать в предстоящих в сентябре выборах, а срок её регистрации для участия в них истекал в середине июня [19]. Ввиду этого в апреле принято решение основать земельный союз 25 мая 2024 г.² Выстраивая свою региональную и коммунальную сеть, менеджмент партии «ССВ» делал ставку, прежде всего, на опытных политиков из других партий, известных на местном уровне, не только из партии «Левая», но и из «СДПГ» и «зелёных», чтобы ввиду предстоящих летом и осенью выборов создать дееспособную локальную партийную структуру [10]. На май 2024 г. запланированы земельные съезды партии «ССВ», которые должны окончательно согласовать предвыборные программы и списки кандидатов в региональные парламенты [11].

Организационное становление партии «ССВ» неразрывно связано с её электоральным потенциалом, реализация которого, в конечном счёте, определяет перспективы его политического влияния. В конце октября 2023 г., через месяц после регистрации партии «ССВ», исследовательский институт Инфратест-димап включил в свой традиционный ежемесячный опрос по актуальным проблемам мировой и германской политики ряд вопросов, касающихся основания новой партии³. Согласно его данным, 36 % опрошенных позитивно восприняли её появление, при этом наиболее благожелательное отношение к партии «ССВ» высказывали сторонники партий «АдГ» и «Левая». Среди ре-

спондентов, представляющих партию «АдГ», 61 % полагали, что возникновение партии под руководством Сары Вагенкнехт – это «хорошо» и «очень хорошо» для германской политики, тогда как отрицательное отношение высказали 37 %. Мнения сторонников партии «Левая» разделились почти поровну, в частности 48 % были настроены положительно, 45 % – отрицательно. Представители христианских партий, социал-демократов и «зелёных» восприняли в подавляющем большинстве появление партии «ССВ» негативно. Что же касается электоральных перспектив нового объединения, то 29 % опрошенных могли бы его поддержать при голосовании, тогда как для 61 % респондентов вопрос о выборе ССВ не рассматривается. Избирательный потенциал партии «ССВ» сосредоточен, главным образом, среди сторонников партий «АдГ» и «Левая». Так, 55 % первых и 40 % вторых рассматривали объединение в качестве возможной партии для голосования. Менее всего партия «ССВ» была привлекательна для электората «зелёных». Рассматривая потенциал будущей партии в региональном ракурсе, стоит отметить, что в большей степени она могла рассчитывать на поддержку в новых федеральных землях, где за неё могли бы проголосовать 39 % опрошенных, тогда как на западе – 26 %. Среди основных причин и проблем, из-за которых потенциальные сторонники ССВ готовы были его поддержать, чаще всего назывались такие как «разочарование в других партиях» (40 %), «личность Сары Вагенкнехт» (28 %), «миграционная политика» (25 %), «экономическая и социальная политика» (18 %) ⁴.

Таким образом, результаты опроса отчётливо фиксировали электоральное пересечение новой партии со своими бывшими партнёрами из «Левой», но в особенности со сторонниками партии «АдГ», что уже отмечалось в исследованиях [6; 7]. Готовность избирателей партии «АдГ» поддержать «ССВ» объясняется во многом близостью позиций обеих партий в таких вопросах, как миграционная политика, отношения с Россией, защита интересов низших и средних слоёв населения, критика «вокизма», политики открытых границ и чрезмерной климатической повестки. На совпадение программных положений обращали внимание и лидеры партии

¹ Bündnis Sahra Wagenknecht gründet ersten Landesverband in Sachsen. – Текст: электронный // mdr. online. – URL: <https://www.mdr.de/nachrichten/sachsen/gruendung-landesverband-wagenknecht-chemnitz-100.html> (дата обращения: 09.04.2024).

² Wagenknecht-Partei BSW gründet Brandenburger Landesverband. – Текст: электронный // rbb24 online. – URL: <https://www.rbb24.de/politik/beitrag/2024/04/brandenburg-buendnis-sahra-wagenknecht-bsw-partei-landesverband-gruendung.html> (дата обращения: 30.04.2024).

³ ARD-DeutschlandTREND. November 2023. Repräsentative Studie im Auftrag der ARD. – URL: <https://www.infratest-dimap.de/umfragen-analysen/bundesweit/ard-deutschlandtrend/2023/November> (дата обращения: 03.05.2024). – Текст: электронный.

⁴ ARD-DeutschlandTREND. Repräsentative Studie im Auftrag der ARD. – URL: <https://www.infratest-dimap.de/umfragen-analysen/bundesweit/ard-deutschlandtrend/2023/November> (дата обращения: 03.05.2024). – Текст: электронный.

«АдГ» [14]. Подобная программная и электро-ральная переплетённость обеих партий побудила некоторых исследователей выдвинуть тезис о том, что партия «ССВ» может «навести мосты между левыми и правыми» [20]. Несмотря на то, что новая партия со времён движения «Поднимайтесь» проецировалась с целью отвлечения избирателей от право-популистской партии «АдГ», которая нанесла «Левой» большой электоральной урон на востоке [5] и до сих пор является «политическим изгоем» для традиционных партий [1], современные электорально-партийные констелляции не исключают сотрудничества «ССВ» с умеренным крылом партии «АдГ». Хотя ещё на учредительном съезде партии Оскар Лафонтен¹ отрицал любое сотрудничество с партией «АдГ»², спустя месяц, в феврале 2024 г., её лидер Сара Вагенкнехт заявляла, что подавляющее число членов партии «АдГ» не являются правыми радикалами, и «госпожа Вайдель³ представляет не право-экстремистские позиции», а взгляды «консервативного экономического либерализма». Кроме того, она отмечала, что партия «АдГ» справедливо поднимала тему неконтролируемой миграции, которую не замечали другие партии⁴.

С момента своей официальной регистрации в качестве политической партии «ССВ» присутствует в национальных рейтингах. Начиная с февраля 2024 г., индекс её популярности, согласно опросам Инфратест-димап, неизменно находится в пределах 5–6 %⁵. При этом прослеживается корреляционная зависимость рейтинга партии «ССВ» с аналогичными показателями партий «АдГ» и «Левая», в частности их популярность, начиная февраля 2024 г., снизилась по сравнению с индек-

¹ Супруг Сары Вагенкнехт и один из идеологов создания новой партии.

² Erster Bundesparteitag der Partei von Sahra Wagenknecht hat begonnen. – Текст: электронный // Zeit online. – URL: <https://www.zeit.de/politik/deutschland/2024-01/bsw-buendnis-sahra-wagenknecht-bundesparteitag> (дата обращения: 04.04.2024).

³ Сопредседатель «Альтернативы для Германии».

⁴ Die Wähler der AfD sind in ihrer übergroßen Mehrheit keine Rechtsradikalen. Interview mit Sahra Wagenknecht, erschienen in der Frankfurter Allgemeinen Sonntagszeitung am. – URL: <https://www.faz.net/aktuell/politik/inland/sahra-wagenknecht-zu-afd-alice-weidel-vertritt-keine-rechtsextremen-positionen-19541790.html> (дата обращения: 04.04.2024). – Текст: электронный.

⁵ ARD-DeutschlandTREND. Februar 2024. Repräsentative Studie im Auftrag der ARD. – URL: <https://www.infratest-dimap.de/umfragen-analysen/bundesweit/ard-deutschland-trend/2024/februar> (дата обращения: 06.05.2024). – Текст: электронный.

сами второй половины 2023 – начала 2024 г.⁶ Что же касается лидера партии «ССВ» – Сары Вагенкнехт, то в апреле она входила в топ-5 самых популярных политиков, разделяя 3–5-е места с одним из лидеров «зелёных», министром экономики Р. Хабекком и главой ХДС Ф. Мерцем.

Партия «Левая» восприняла организационный раскол как самоочищение партии, дающее шанс для политической перезагрузки. Ещё летом 2023 г., когда сторонники Сары Вагенкнехт оставались в рядах партии, её правление приняло план действий на краткосрочную перспективу, имея в виду парламентские выборы 2025 г.⁷ Партия должна, во-первых, положить конец публичным дебатам о создании конкурирующего партийного проекта, во-вторых, обновиться, найти свой чёткий и современный профиль, в-третьих, организовать серьёзную разъяснительную работу там, где содержательные разногласия препятствуют совместной работе, в-четвёртых, извлечь практическую выгоду посредством участия в избирательных кампаниях и инициативной деятельности на федеральном, земельном и коммунальном уровне, в-пятых, систематически прирастать новыми членами партии. Конечной целью было суверенное вхождение в бундестаг. Для этого партии необходимо как можно быстрее выработать единую электоральную стратегию, нацеленную на абсентеистов, а также на тех избирателей, которые на последних выборах ушли от партии «Левая» к «СДПГ» и «зелёным».

Несмотря на решимость партии «Левая» инструментализировать внутривнутрипартийный раскол для своей политической перезагрузки, электоральное влияние партии с начала 2024 г. стало устойчиво уменьшаться, снизившись до 3 %. Очевидно, что партия уступает по популярности «ССВ», рейтинги которой в два раза выше. Промежуточным моментом истины для обеих организаций станут предстоящие осенью земельные выборы в трёх новых федеральных землях, где между ними развернётся борьба за восточногерманского избирателя, имеющего важное значение как

⁶ Если рейтинг партии «АдГ» с августа 2023 по январь 2024 г. составлял 21–22 %, то в феврале – мае опустился до 18–19 %. Рейтинг партии «Левая» с августа 2023 г. по январь 2024 г. составлял 4–5%, начиная с февраля 2024 г. устойчиво находился на отметке в 3%.

⁷ Unser Plan 2025: Comeback einer starken LINKEN. Beschluss der Parteivorstandsberatung vom 10. – URL: <https://www.die-linke.de/partei/parteidemokratie/parteivorstand/parteivorstand-2022-2024/beschluesse/news/seite-9> (дата обращения: 06.04.2024). – Текст: электронный.

для «Левой», так и для партии «ССВ». Особый интерес вызывают выборы в Тюрингии, где у власти с 2014 г. находится правительственная коалиция меньшинства, возглавляемая представителем партии «Левая» Б. Рамеловым¹. Согласно текущим рейтингам, преимущество там имеет партия «АдГ»², которая до сих пор обладает статусом «некоалиционного» партнёра для других партий. Кроме того, перспективы сотрудничества с партией «АдГ» именно в Тюрингии делает весьма прозрачными фигура её земельного лидера – Бьёрна Хёкке, которого причисляют к правоэкстремистскому крылу партии³. Лидеры партии «Левая» в надежде сохранить прежнее правительство не исключают различных вариантов межпартийного взаимодействия в зависимости от исхода будущих выборов. Так, один из её руководителей М. Ширдеван, ссылаясь на опыт работы правительства Б. Рамелова, отмечал, что оппозиционная партия «Христианско-демократический союз Германии» и партия «Левая» сумели найти между собой компромиссы. При этом он не выступал и против коалиционного сотрудничества с партией «ССВ»⁴. Однако сама Сара Вагенкнехт заявляла, что её партия не ведёт никаких коалиционных переговоров, выступая за кардинальное обновление положения дел в Тюрингии, которого ждут избиратели. Согласно рейтингам первой половины 2024 г., партия «ССВ» в трёх восточных землях, где осенью состоятся выборы, устойчиво занимала в предпочтениях местных избирателей 3–4-е места, потенциально преодолев

¹ Правящая коалиция в Тюрингии состоит из представителей партии «Левая», СДПГ и «зелёных», имеющих в ландтаге менее половины депутатских мандатов (42 из 90).

² В марте партия «АдГ» лидировала с 29 %, далее следовали партии «Христианско-демократический союз Германии» (20 %), «Левая» (16 %), «ССВ» (15 %), «СДПГ» (9 %) и «зелёные» (5 %). См.: Thüringen TREND. Repräsentative Studie im Auftrag des MDR. – URL: <https://www.infratest-dimap.de/umfragen-analysen/bundesländer/thüringen/ländertrend2024/märz> (дата обращения: 06.05.2024). – Текст: электронный.

³ Die Wähler der AfD sind in ihrer übergroßen Mehrheit keine Rechtsradikalen. Interview mit Sahra Wagenknecht, erschienen in der Frankfurter Allgemeinen Sonntagszeitung am. – URL: <https://www.faz.net/aktuell/politik/inland/sahra-wagenknecht-zu-afd-alice-weidel-vertritt-keine-rechtsextremen-positionen-19541790.html> (дата обращения: 04.04.2024). – Текст: электронный.

⁴ Linkenchef kann sich Koalition mit BSW in Thüringen vorstellen. – Текст: электронный // Zeit online. – URL: <https://www.zeit.de/politik/deutschland/2024-03/schirdevan-martin-linke-buendnis-sahra-wagenknecht-zusammenarbeit-koalition-thueringen-landtagswahlen> (дата обращения: 30.04.2024).

вая необходимый для вхождения в ландтаги пятипроцентный барьер⁵.

Выводы. Появление на политической сцене Германии новой партии в лице «ССВ» маркирует новый этап в развитии как левого движения, так и её партийной системы в целом. Для левых сил это означает, что фаза их консолидации сменилась фазой дезинтеграции, в основе которой лежит идеологическое и организационное размежевание отдельных их частей, которое приобрело форму партийного раскола. Соответственно, развитие левого политического фланга партийной системы Германии после объединения предстаёт в виде трёх временных этапов. На первом этапе (1990–2007 гг.) происходило организационное объединение левых сил, завершившееся созданием общегерманской партии. Второй этап (2007–2017 гг.) представлял собой своеобразное политическое плато, когда партия вышла на пик своей электоральной поддержки. Наконец, на третьем этапе (2017–2023 гг.) произошло падение политического влияния партии «Левая», выразившееся в структурном кризисе той её организационно-идеологической формы, в которой она существовала до сих пор, завершившемся созданием новой партии.

Для германской партийной системы создание партии «ССВ» может иметь двоякие последствия. С одной стороны, появление новой влиятельной левой партии с пятипроцентным потенциалом свидетельствует о дальнейшей фрагментации и плюрализации системы, что уже отмечалось в исследованиях [2]. С другой стороны, учитывая то избирательное поле, на котором будет действовать партия «ССВ», очевидно уменьшение влияния существующих партий, прежде всего «АдГ» и «Левой». Если для первой рост популярности партии «ССВ», особенно на востоке, может иметь своим следствием пока что уменьшение электоральных пропорций, то для второй появление партии «ССВ», в котором она с самого начала видела «кон-

⁵ Brandenburg TREND. Repräsentative Studie im Auftrag des rbb. – URL: <https://www.infratest-dimap.de/umfragen-analysen/bundesländer/brandenburg/ländertrend2024/april> (дата обращения: 06.05.2024). – Текст: электронный; SachsenTREND. Repräsentative Studie im Auftrag des MDR. – URL: <https://www.infratest-dimap.de/umfragen-analysen/bundesländer/sachsen/ländertrend2024/januar> (дата обращения: 06.05.2024). – Текст: электронный; Thüringen TREND. Repräsentative Studie im Auftrag des MDR. – URL: <https://www.infratest-dimap.de/umfragen-analysen/bundesländer/thüringen/ländertrend2024/märz> (дата обращения: 06.05.2024). – Текст: электронный.

курующий партийный проект», является экзистенциальной угрозой и может привести к исчезновению в качестве общегерманской парламентской группировки. Дополнительную остроту такому развитию событий добавляет процесс реформы избирательного права [18]. Таким образом, в партийной системе после выборов 2025 г. вполне может сохраниться нынешний статус-кво парламентских партий с изменением их электро-альных очертаний.

Перспективы влияния партии «ССВ» в период своего становления и укоренения в партийной системе будут во многом связаны с востребованностью той политической повестки, которую будет предлагать новая партия избирателям. Памятуя о неудаче над-партийного проекта Сары Вагенкнехт и её со-

ратников образца 2018–2019 гг., чрезвычайно важными для партии «ССВ» будут являться её организационная устойчивость, внутри-партийная коммуникация и система партийного менеджмента.

Наконец, чрезвычайно ценным и значимым для российских национальных интересов является та позиция, которую артикулируют новая партия и её лидер в отношении России. Если официальная партия «Левая» с началом Специальной военной операции РФ на территории Украины фактически присоединилась к антироссийскому консенсусу большинства германских партий [8], то Сара Вагенкнехт и её сторонники не видят в России угрозу для Европы и Германии, призывая Запад отказаться от поставок вооружений Украине и немедленно сесть за стол переговоров.

Список литературы

1. Арзаманова Т. В. Правый популизм в Германии: нишевая «пария» в ловушке западногерманской политической культуры? Текст: электронный // Актуальные проблемы Европы. 2023. № 4. С. 196–218. DOI: 10.31249/ape/2023.04.10.
2. Басов Ф. Трансформация партийной системы Германии. Текст: электронный // Мировая экономика и международные отношения. 2021. Т. 65. Вып. 2. С. 29–36. DOI: 10.20542/0131-2227-2021-65-2-29-36.
3. Белов В. Б. Актуальные взлёты и падения популярности эстаблированных партий ФРГ. Текст: электронный // Аналитические записки Института Европы РАН. 2023. Вып. 3. № 18. С. 33–40. DOI: 10.15211/analytics31820233340.
4. Белов В. Б. Партийный проект Сары Вагенкнехт – новая протестная альтернатива? Текст: электронный // Аналитические записки Института Европы РАН. 2023. Вып. 4. № 28. С. 43–48. DOI: 10.15211/analytics42820234348.
5. Лисенкова А. Д. Партии «Альтернатива для Германии» и «Левая» в восточных землях: трансформация электро-альных предпочтений. Текст: электронный // Регионоведение. 2023. № 3. Т. 31. С. 426–441. DOI: 10.15507/2413-1407.124.031.202303.426-441.
6. Погорельская С. В. Новая альтернатива для Германии. Текст: электронный // Актуальные проблемы Европы. 2019. № 4. С. 78–92. URL: <https://doi.org/10.31249/ape/2019.04.05> (дата обращения: 31.01.2024).
7. Погорельская С. В. Современный германский популизм: общее и особенное. Текст: электронный // Перспективы. 2019. № 4. С. 92–102. DOI: 10.32726/2411-3417-2019-4-92-102.
8. Спасский Е. Н. Политические партии ФРГ на современном этапе. Текст: электронный // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 2. С. 196–204. DOI: 10.2109/2227-9245-2023-29-2-196-204.
9. Спасский Е. Н. Специальная военная операция РФ на территории Украины в оценках германских политических партий. Текст: электронный // Via in Tempore. Серия «История. Политология». 2024. № 51. С. 215–229. DOI: 10.52575/2687-0967-2024-51-1-215-229.
10. Grothe L. Ehemaliger Thüringer Grünen-Chef wechselt zum Wagenknecht-Bündnis. Текст: электронный // mdr. online. URL: <https://www.mdr.de/nachrichten/thueringen/bsw-kandidat-frank-augsten-gruene-100.html> (дата обращения: 30.04.2024).
11. Grothe L. Wagenknecht-Partei verschiebt Parteitage in Sachsen und Thüringen. Текст: электронный // mdr. online. URL: <https://www.mdr.de/nachrichten/sachsen/wagenknecht-bsw-parteitag-verschoben-100.html> (дата обращения: 30.04.2024).
12. Herrmann B. Das ist ein Affront gegen einen relevanten Teil der Partei. Текст: электронный // Süddeutsche Zeitung. URL: <https://www.sueddeutsche.de/politik/die-linke-parteitag-sahra-wagenknecht-janine-wissler-martin-schirdewan-1.5609646> (дата обращения: 06.04.2024).
13. Kahrs H. 2017. Die Wahl zum 19. Deutschen Bundestag am 24 September 2017. Wahlnachtbericht und erste Analyse. URL: https://www.rosalux.de/fileadmin/rls_uploads/pdfs/Themen/wahlanalysen/WNB_BTW_2017.pdf (rosalux.de) (дата обращения: 02.02.2024). Текст: электронный.

14. Kaiser B. Sammelstelle (66): Drei Antworten zum “Bündnis Sahra Wagenknecht”. URL: <https://sezession.de/68287/drei-antworten-zum-buendnis-sahra-wagenknecht> (дата обращения: 04.04.2024). Текст: электронный.
15. Palzer K. Der Anfang vom Ende der Linksfraktion? Текст: электронный // Tagesschau. URL: <https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/linke-wagenknecht-108.html> (дата обращения: 02.04.2024).
16. Sänger L. Analyse zu Katja Wolf und BSW in Thüringen: Die Kaderplanung läuft. Текст: электронный // mdr. online. URL: <https://www.mdr.de/nachrichten/thueringen/wagenknecht-partei-bsw-katja-wolf-102.html> (дата обращения: 29.04.2024).
17. Starzmann P., Mesner M. Klausur der Bundestagsfraktion: Linke bläst Aufstand gegen Wagenknecht ab. Текст: электронный // Tagesspiegel. URL: <https://www.tagesspiegel.de/politik/linke-blast-aufstand-gegen-wagenknecht-ab-6403033.html> (дата обращения: 02.04.2024).
18. Stoltenberg H. Der Streit um die Sitze. Текст: электронный // Das Parlament. 2023. № 12–13. URL: <https://www.das-parlament.de/2023/12-13> (дата обращения: 02.02.2024).
19. Teistler S. Countdown für Wagenknecht-Partei läuft in Brandenburg. Текст: электронный // rbb24 online. URL: <https://www.rbb24.de/politik/beitrag/2024/02/brandenburg-politi-parteien-bsw-landesverband-wagenknecht.html> (дата обращения: 30.04.2024).
20. Wagner S., Wurthmann L. C., Thomeczek J. P. Bridging Left and Right? How Sahra Wagenknecht Could Change the German Party Landscape. Текст: электронный // Politische Vierteljahresschrift. 2023. No. 64. Pp. 621–636. URL: <https://doi.org/10.1007/s11615-023-00481-3> (дата обращения: 04.05.2024).

References

1. Arzamanova T. V. Right-wing populism in Germany: a niche “pariah” trapped in West German political culture? Actual Problems of Europe, no. 4, pp. 196–218, 2023. DOI: 10.31249/ape/2023.04.10. (In Rus.)
2. Basov F. The transformation of the German party system. World economy and international relations, vol. 65, is. 2, pp. 29–36, 2021. DOI: 10.20542/0131-2227-2021-65-2-29-36. (In Rus.)
3. Belov V. B. Actual ups and downs of the popularity of the labeled parties of Germany. Analytical notes of the Institute of Europe of the Russian Academy of Sciences, is. 3, no. 18, pp. 33–40, 2023. DOI: 10.15211/analytics31820233340. (In Rus.)
4. Belov V. B. Sarah Wagenknecht’s party project – a new protest alternative? Analytical notes of the Institute of Europe of the Russian Academy of Sciences, is. 4, no. 28, pp. 43–48, 2023. DOI: 10.15211/analytics42820234348. (In Rus.)
5. Lisenkova A. D. The parties “Alternative for Germany” and “Leftist” in the Eastern lands: the transformation of electoral preferences. Regionology, no. 3, vol. 31, pp. 426–441, 2023. DOI: 10.15507/2413-1407.124.031.202303.426-441. (In Rus.)
6. Pogorelskaya S. V. A new alternative for Germany. Actual problems of Europe, no. 4, pp. 78–92, 2019. Web. 31.01.2024. DOI: 10.31249/ape/2019.04.05. (In Rus.)
7. Pogorelskaya S. V. Modern German populism: general and special. The prospects. Electronic Journal, no. 4, pp. 92–102, 2019. DOI: 10.32726/2411-3417-2019-4-92-102. (In Rus.)
8. Spassky E. N. The political parties of Germany at the present stage. Transbaikal State University Journal, vol. 29, no 2, pp. 196–204, 2023. DOI: 10.2109/2227-9245-2023-29-2-196-204. (In Rus.)
9. Spassky E. N. Special military operation of the Russian Federation on the territory of Ukraine in the assessments of German political parties. Via in Tempore. A series of Stories. Political Science, no. 51, pp. 215–229, 2024. DOI: 10.52575/2687-0967-2024-51-1-215-229. (In Rus.)
10. Grothe L. Ehemaliger Thüringer Grünen-Chef wechselt zum Wagenknecht-Bündnis // mdr. online. Web. 30.04.2024. <https://www.mdr.de/nachrichten/thueringen/bsw-kandidat-frank-augsten-gruene-100.html>. (In Germ.)
11. Grothe L. Wagenknecht-Partei verschiebt Parteitage in Sachsen und Thüringen // mdr. online. Web. 30.04.2024. <https://www.mdr.de/nachrichten/sachsen/wagenknecht-bsw-parteitag-verschoben-100.html>. (In Germ.)
12. Herrmann B. Das ist ein Affront gegen einen relevanten Teil der Partei. // Süddeutsche Zeitung. Web. 06.04.2024 <https://www.sueddeutsche.de/politik/die-linke-parteitag-sahra-wagenknecht-janine-wissler-martin-schirdewan-1.5609646>. (In Germ.)
13. Kahrs H. 2017. Die Wahl zum 19. Deutschen Bundestag am 24. September 2017. Wahlbericht und erste Analyse. Web. 02.02.2024. https://www.rosalux.de/fileadmin/rls_uploads/pdfs/Themen/wahlanalysen/WNB_BTW_2017.pdf (rosalux.de). (In Germ.)
14. Kaiser B. Sammelstelle (66): Drei Antworten zum “Bündnis Sahra Wagenknecht”. Web. 04.04.2024. <https://sezession.de/68287/drei-antworten-zum-buendnis-sahra-wagenknecht>. (In Germ.)
15. Palzer K. Der Anfang vom Ende der Linksfraktion? // Tagesschau. 07.08.2023. Web. 02.04.2024. <https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/linke-wagenknecht-108.html>. (In Germ.)
16. Sänger L. Analyse zu Katja Wolf und BSW in Thüringen: Die Kaderplanung läuft // mdr. online. Web. 29.04.2024. <https://www.mdr.de/nachrichten/thueringen/wagenknecht-partei-bsw-katja-wolf-102.html>. (In Germ.)

17. Starzmann P., Mesner M. Klausur der Bundestagsfraktion: Linke bläst Aufstand gegen Wagenknecht ab // Tagesspiegel. Web. 02.04.2024. <https://www.tagesspiegel.de/politik/linke-blast-aufstand-gegen-wagenknecht-ab-6403033.html>. (In Germ.)
18. Stoltenberg H. Der Streit um die Sitze // Das Parlament. 2023. No. 12–13. Web. 02.02.2024. <https://www.das-parlament.de/2023/12-13>. (In Germ.)
19. Teistler S. Countdown für Wagenknecht-Partei läuft in Brandenburg // rbb24 online. Web. 30.04.2024. <https://www.rbb24.de/politik/beitrag/2024/02/brandenburg-politi-parteien-bsw-landesverband-wagenknecht.html>. (In Germ.)
20. Wagner, S., Wurthmann, L. C., Thomeczek J. P. 2023. Bridging Left and Right? How Sahra Wagenknecht Could Change the German Party Landscape // Politische Vierteljahresschrift, no. 64, pp. 621–636. Web. 04.05.2024. <https://doi.org/10.1007/s11615-023-00481-3>. (In Eng.)

Информация об авторе

Спасский Евгений Новомирович – д-р полит. наук, доцент, заведующий кафедрой философии, социологии и права, Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск, Россия; заместитель главного редактора научно-теоретического журнала «Социальные и гуманитарные науки на Дальнем Востоке»; srs2@festu.khv.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3280-2844>. Область научных интересов: теория политических партий, политические партии Германии.

Information about the author

Spassky Evgeny N. – doctor of political sciences, Associate Professor, Head of the Department of Philosophy, Sociology and Law, Far Eastern State Transport University; Deputy Editor of the scientific and theoretical journal “The Humanities and Social Studies in the Far East”, Khabarovsk, Russia; srs2@festu.khv.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3280-2844>. Research interests: theory of the political parties, political parties of Germany.

Для цитирования

Спасский Е. Н. «Союз Сары Вагенкнехт – благоразумие и справедливость» и раскол левой партийной оппозиции в ФРГ: кризис или обновление? // Вестник Забайкальского государственного университета. 2024. Т. 30, № 3. С. 126–137. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-126-137.

For citation

Spassky E. N. “The Sahra Wagenknecht Alliance – Reason and Justice” and the Split of the Left-Wing Party Opposition in Germany: Crisis or Renewal? // Transbaikal State University Journal. 2024. Vol. 30, no. 3. P. 126–137. DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-126-137.

ЕСТЬ МНЕНИЕ...

THERE IS AN OPINION...

Рецензия

УДК 167.6+349+930+621.039

DOI: 10.21209/2227-9245-2024-30-3-138-143

Рецензия

**на горно-геологическую часть обоснования строительства
подземного хранилища радиоактивных отходов**

Владимир Николаевич Комлев

г. Апатиты, Россия

Информация о статье

Поступила в редакцию
02.08.2024

Одобрена после
рецензирования 09.08.2024

Принята к публикации
14.08.2024

Ключевые слова:

*геология, подземное
строительство,
радиоактивные отходы,
Железногорск, хранение
и захоронение отходов,
гидрогеологические данные,
трещиноватость гнейсов,
подземное хранилище
радиоактивных отходов,
геохимическая съёмка,
трассерные исследования*

Городским округом «Закрытое административно-территориальное образование города Железногорска» назначены и организованы общественные обсуждения материалов обоснования лицензии (включая материалы оценки воздействия на окружающую среду) на осуществление деятельности в области использования атомной энергии «Создание на ФГУП «ГХК» хранилища РАО второго класса». Рассмотрены горно-геологические материалы по площадке строительства подземного хранилища радиоактивных отходов (далее – РАО) второго класса опасности в г. Железногорске Красноярского края. Цель строительства объекта – организация хранения РАО второго класса на площадке горно-химического комбината в объёмах, обеспечивающих потребности предприятия, до момента готовности национального оператора по обращению с РАО принимать эти отходы для окончательного захоронения. Рецензия является откликом на предложение обсудить материалы обоснования лицензии – публичные материалы открытого доступа. Общественные обсуждения проводили в форме опроса. Начальную стадию обоснования хранилища предложено выполнять на базе Закона «О недрах». Сделаны следующие заключения: целевой горизонт с РАО в случае его консервации, вероятно, будет затоплен, прежде всего, по вертикальным стволам-коллекторам; неоднородная забутовка внутреннего свободного пространства стволов и горизонтальных выработок с готовой бетонной обделкой измельчённым/гранулированным природным бентонитом не поможет; реально объём воды в зоне захоронения по варианту атмосферных осадков будут значимо определять характеристики и неисчерпаемый ресурс вышележащих водопродящих слоёв пород, а не пород целевого интервала; даже без подпитки из других источников затопленные РАО быстро превратятся в поставщика горячей воды и радиолитических газов. Высказано мнение о допустимости строительства подземного хранилища РАО второго класса и недопустимости превращения временного хранилища в пункт постоянного захоронения РАО.

Review

Review for the Mining and Geological Part of the Feasibility Study for the Construction of an Underground Radioactive Waste Storage Facility

Vladimir N. Komlev

Apatity, Russia

Information about the article

Received 2 August 2024

Approved after review
9 August 2024

Accepted for publication
14 August 2024

Keywords:

geology, underground construction, radioactive waste, Zheleznogorsk, waste storage and disposal, hydrogeological data, gneiss fracturing, underground storage of radioactive waste, geochemical survey, tracer studies

The city district “Closed Administrative-territorial formation of the city of Zheleznogorsk” has appointed and organized public discussions on the materials of the justification of the license (including environmental impact assessment materials) for activities in the field of nuclear energy use “Creation of a second-class RW storage facility at FSUE GCK”. The mining and geological materials on the construction site of an underground repository of radioactive waste (RW) of the second hazard class in Zheleznogorsk of the Krasnoyarsk Territory are considered. The purpose of the construction of the storage facility is to ensure the storage of second-class radioactive waste at the site of the mining and chemical plant in volumes that meet the needs of the enterprise until the national operator is ready to handle radioactive waste. The review is a response to an offer to discuss supposedly public materials of open access. The subject of public discussions was conducted in the form of a survey. It is proposed to carry out the initial stage of the justification of the object on the basis of the Law “On Subsoil”. The following conclusion is made: the target horizon after the conservation of the object is likely to be flooded, primarily along vertical collector trunks; heterogeneous backfilling of the internal free space of trunks and horizontal workings with finished concrete lining with crushed/granular natural bentonite will not help; in reality, the volume of water in the burial zone will significantly determine the characteristics and the inexhaustible resource of the overlying water supply layers of rocks, rather than rocks of the target range, and even without recharge from other sources, the flooded PGZRO will quickly turn into a supplier of hot water and radiolytic gases. The opinion is expressed that it is unacceptable to turn a temporary storage facility into a permanent disposal site for radioactive waste.

В г. Железногорске Красноярского края планируют построить хранилище радиоактивных отходов (далее – РАО) второго класса опасности. Предполагается, что хранилище будет расположено на промышленной территории горно-химического комбината (ФГУП «ГХК») в скальном массиве Атамановского хребта. Цель строительства объекта – организация хранения РАО второго класса на площадке горно-химического комбината в объемах, обеспечивающих потребности предприятия, до момента готовности национального оператора по обращению с РАО (ФГУП «НО РАО») принимать эти отходы для окончательного захоронения (<https://bezrao.ru/n/7863>).

Планируемый объект использования атомной энергии на срок до 30 лет войдет в состав контролируемого и обслуживаемого подземного комплекса ФГУП «ГХК». Так, временно хранить данные отходы – неплохое, по всей видимости, решение, это шаг в правильном направлении. Далее логично их захоронение в пространстве подземных рудников ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение им. Е. П. Славского» (ПАО «ППГХО», г. Краснокаменск). Согласно

давно проработанной научной идее Н. П. Лаврова и других исследователей (Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук), предполагается навечно размещать наиболее опасные РАО в породах урановых месторождений, со временем трансформированной в технические предложения ПАО «ППГХО» [2], принятые ФГУП «НО РАО» [3].

Общественности предлагается обсудить материалы обоснования лицензии (далее – МОЛ) Ростехнадзора (www.admk26.ru/administratsiya/informatsiya/2024/) на осуществление деятельности «Создание на ФГУП “ГХК” хранилища РАО второго класса (г. Железногорск, Красноярский край)» (<https://ov-o-s.ru/24/35134>). Данная статья является откликом на предложение обсудить МОЛ – публичные материалы открытого доступа. Приведенный документ содержит также информацию для понимания условий сосуществования в промышленной зоне г. Железногорска совокупности разных наземных и подземных объектов.

История документа. В 2022–2023 гг. подготовлены Книга 1 и Книга 2, Оценка воз-

действия на окружающую среду, тома 1 и 2 (приложения). После отрицательного заключения по ним государственной экологической экспертизы от 28 февраля 2024 г. № 310/ Государственная экологическая экспертиза (далее – ГЭЭ) в 2024 г. добавлены Книга 2, Оценка воздействия на окружающую среду, том 3 (дополнительные материалы).

Общими усилиями авторов МОЛ и экспертов ГЭЭ приведены/обобщены *важные и обязательные в данном случае материалы по геологии, гидрологии и гидрогеологии* (суммарный объём – более 100 страниц), полученные на этапах строительства и эксплуатации подземного комплекса ФГУП «ГХК», а также специальных натурных исследований в разные годы с применением скважин бурением с земной поверхности и из горных выработок.

Документ рекомендуется к самостоятельному внимательному изучению в связи с проблемами не только хранения, но и захоронения (<https://proza.ru/2023/10/27/1173>; <https://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=10859>) РАО.

Замечания и предложения по документу на хранилище РАО второго класса (РАО-2):

1) плохое качество некоторых скопированных карт в тексте и приложений (например книга 2, том 2, с. 176–178);

2) лицензия на эксплуатацию пункта хранения радиоактивных веществ просрочена (книга 2, том 2, с. 159);

3) справка о полезных ископаемых просрочена (книга 2, том 2, с. 355);

4) необходимо показать взаимоположение санитарно-защитной зоны хранилища РАО-2 и площадки строящегося федерального пункта глубинного/геологического захоронения РАО (далее – ПГЗРО);

5) следует обосновать и оформить строительство подземного хранилища РАО-2, т.е. пользование недрами промышленной территории г. Железногорска, с позиций выполнения Закона «О недрах», который «содержит правовые и экономические основы комплексного рационального использования и охраны недр», в частности с позиций его ст. 1, 2.1, 3 (п. 5 и 9), 6 (п. 2 и 4), 7, 8, 10.1, 11, 12, 12.1, 22, 23, 24, 27, 29 и некоторых других. Обращение к вопросам недропользования коррелирует с подходом ГЭЭ с позиций рационального использования и охраны недр (книга 2, том 3), а также с обилием геологических материалов в рассматриваемом доку-

менте. Иными словами, нужна опережающая лицензия на пользование недрами, наличие которой предусмотрено и процедурой Производственного экологического контроля недр (книга 2, том 3, с. 148).

Некоторые гидрогеологические данные как пример характеристики первых 300 м массива гнейсов промышленной территории г. Железногорска. Водоносный комплекс гнейсов вмещает подземный комплекс ФГУП «ГХК». Глубина залегания трещинных вод составляет 1,85–59 м. Нижняя граница распространения трещинных вод определяется нижней границей зоны усиленной трещиноватости гнейсов и равна в среднем 70 м. Ниже глубины 70–80 м гнейсы считаются практически безводными. Наблюдаемый капёж в выработках на более глубоких горизонтах приурочен к участкам сильной трещиноватости, контакта даек с вмещающими породами или, в основном, к тектоническим зонам (книга 2, том 1, с. 53).

При проходке скважин фиксировали различной интенсивности поглощение промывочной жидкости и участки низкого выхода керна. Отмечено, что зоны дробления и расщепления секут весь массив с глубины 50,5 м до глубины 280,0 м и, соответственно, могут играть существенную роль в обводнении нижних горизонтов массива. Судя по количеству поглощаемой жидкости, в интервале 50,5–62,5 м по скв. № 018 и в интервале 73–96 м по скв. № 023 около 0,9–1,0 л/с и более, зоны дробления выполняют роль коллекторов трещинно-жильных вод (книга 2, том 1, с. 56–58).

Отмечена также роль шахтных стволов как коллекторов воды из массива (книга 2, том 1, с. 59). Анализ распределения объёмов вод, поступающих в горные выработки на всей площади подземного комплекса ФГУП «ГХК», показывает, что основные объёмы вод поступают по закрепному пространству шахтных стволов и из зоны расщепления (с. 66). При подсечке зоны дробления шахтным стволом 301 величина водопритока составила 206,0 м³/сут (книга 2, том 3, с. 30).

Несомненный интерес представляет исходная, для широкого спектра инженерно-геологических условий, сводка опытных натурных данных (раздел 7.7 «Оценка фильтрационных параметров предполагаемых геологических зон распространения загрязнения», с. 60–64). Существует множество определений коэффициента фильтрации и других параметров применительно к условиям,

процессам и каналам фильтрации реального горно-геологического объекта (неоднородное природное геологическое строение рассматриваемого массива пород, гнейсовые породы разбиты дайками диабазов, зоны дробления и зоны рассланцевания, тектонические разрывные нарушения, зоны техногенной трещиноватости закрепного пространства горных выработок и шахтных стволов, искусственные неоднородности/пустоты скального массива – законтурное пространство горных выработок). Весьма познавательны интегральные оценки. Например, величина суммарного водопритока по всей площади горных выработок равна $\sim 72,5 \text{ м}^3/\text{сут}$. Обозначены технологические приёмы осушения. Наличие водоотводящих тоннелей и зумпфов, расположенных ниже горизонта горных выработок, способствует снижению уровня воды в них, соответственно, почти весь водоприток в закрепное пространство горных выработок дренируется водоотводящими тоннелями и зумпфами.

Материалы моделирования раздела 7.7, которые соответствуют условиям «консервация объекта» и «прогноз на 10 000 лет», в данной статье не рассматриваются, т. к. они не относятся напрямую к задаче создания хранилища РАО-2 на 30 лет, тем более что не все опасности затопления упаковок с РАО (например, при аварии или консервации объекта) моделированием учтены – это коррелирует с замечанием 3 (возможно, и с замечаниями 4–6) ГЭЭ (книга 2, том 3, введение и с. 149, 150).

Гидрогеологический мониторинг подземных выработок ФГУП «ГХК» включает измерение службой главного геолога объёма притока грунтовых вод за период времени (книга 2, том 3, с. 145). Изученность участка работ (там же, разделы 1.1 и 1.3.4) в целом неплохая. К настоящему времени сформирован банк данных, включающий результаты многолетних наблюдений за величинами водопритоков в выработки и замеры уровня подземных вод по скважинам режимной сети (там же, с. 12). Среди вскрытых участков горного массива в 10 % выработок (их общей протяжённости) наблюдались водопритоки (капез, влажность), что соизмеримо с объёмом в горном массиве зон разрывных нарушений (там же, с. 33). Полученные в результате опытных работ значения коэффициента фильтрации составляют по скважинам 1962 г. $0,004\text{--}0,09 \text{ м/сут}$, в 2014–2015 г. – $0,009\text{--}0,32 \text{ м/сут}$, по данным изысканий 2022 г. – $0,008\text{--}0,056 \text{ м/сут}$. Можно сделать вывод о том, что больших измене-

ний за прошедший период времени (почти 70 лет) в гидродинамическом режиме горного массива не произошло (там же, с. 34). Необходимо заметить, что приведённые значения отражают не самый лучший уровень качества массива, предназначенного для изоляции РАО. Например, международным проектом NUCRUS 95410 критерием пассивной защиты для ПГЗРО Северо-Запада России принято условие по коэффициенту фильтрации менее $0,001 \text{ м/сут}$ [5].

Таким образом, в этом диапазоне глубин массив гнейсов явно не соответствует бытовавшей публичной характеристике «километры на километры без трещин и воды».

Мнение о пригодности сочетания гидрогеологической обстановки и технических особенностей подземных объектов промышленной территории.

1. Применительно к созданию хранилища РАО-2.

Сочетание пригодно. Горно-геологическая служба ФГУП «ГХК» и геотехнические системы дренажа 60 лет успешно демпфировали осложнения из-за поступления в выработки воды из массива. Последующие 60 лет обеспечат условно сухие условия эксплуатации хранилища.

2. Применительно к созданию ПГЗРО (в том числе федерального).

Непригодно. Целевой горизонт после консервации объекта, вероятно, будет затоплен, прежде всего по вертикальным стволам-коллекторам. Неоднородная забутовка внутреннего свободного пространства стволов и горизонтальных выработок с готовой бетонной обделкой измельчённым/гранулированным природным бентонитом не поможет, т. к. это не медленный природный процесс осадконакопления без структурных дефектов слоя глины на больших свободных морских акваториях. Бентонит в контакте с динамично дренирующей природной водой и продуктами встречного массопереноса от упаковок РАО вряд ли сохранит себя и свои гидроизолирующие свойства на протяжении требуемого времени. Кроме того, в закрепном пространстве бентонита не будет (разместить его там нельзя по технологии подземного строительства). Срок сохранности бетонной/железобетонной обделки/крепи выработок без неё и дренажной системы предприятия обслуживания, контроля и ремонта (а также без периодического уточнения на основе скважинных исследований гидродинамического режима

горного массива в ближней зоне выработок) не превысит 100–150 лет. В бетоне крепи вне зон гидроизоляции бентонитом внутренних участков выработок возникнут дополнительные эффективные каналы поступления воды в ПГЗРО.

Реально объём воды в зоне захоронения по варианту атмосферных осадков будут значимо определять характеристики и неисчерпаемый ресурс вышележащих водопроницающих слоёв пород, а не пород целевого интервала. Даже без подпитки из других источников затопленный ПГЗРО быстро превратится в поставщика горячей воды и радиолитических газов. Где и как они будут распространяться в массиве (что весьма вероятно) и по выработкам ПГЗРО в настоящее время без дав-

но назревших геохимической (прежде всего, газовой) съёмки и трассерных исследований (<https://proza.ru/2023/10/27/1173>), установить нельзя. Серьёзная опасность в связи с радилизом воды при захоронении РАО в практическом плане известна давно ([1, с. 113–115; 4], раздел «Общие подходы»). Ненадежность бетона при гидроизоляции могильника РАО также доказана (<https://bezrao.ru/n/7938>).

В отношении планируемого хранилища РАО-2 в будущем никогда не должно возникать предложение о переводе его в пункт захоронения РАО второго класса на месте эксплуатации. Действующее законодательство и результаты/опыт прошлых геотехнических проектов формируют ограничения для будущих проектов захоронения РАО.

Список литературы

1. Конухин В. П., Комлев В. Н., Ядерные технологии и экосфера. Апатиты, 1995. 339 с.
2. Кузьмин Е. В., Калакуцкий А. В., Морозов А. А. Технология захоронения радиоактивных отходов в пространстве подземных рудников // Радиоактивные отходы. 2021. № 2. С. 49–62.
3. Кузьмин Е. В., Маянов Е. П., Игин И. М., Минин А. В., Бамборин М. Ю., Калакуцкий А. В., Морозов А. А., Каманин А. Н., Трофимова Ю. В. Обоснование параметров технологии захоронения РАО 2 и 3 классов в пространстве подземных рудников ПАО «ППГХО» // Радиоактивные отходы. 2022. № 1. С. 62–76.
4. Мельников Н.Н, Конухин В. П., Комлев В. Н. Материалы на основе минерального и техногенного сырья в инженерных барьерах для изоляции радиоактивных отходов. Апатиты, 1998. 94 с.
5. Melnikov N. N., Konukhin V. P., Komlev V. N. Improvement of the safety of radioactive waste management in the North West region of Russia. Disposal of radioactive waste. TACIS Project. NUCRUS 95410. Task 3. Report. Apatity – Orlean, Russian Federation – France, 1998. 270 p.

References

1. Konukhin V. P., Komlev V. N. Nuclear technologies and the ecosphere. Apatity, 1995. 339 p. (In Rus.)
2. Kuzmin E. V., Kalakutsky A. V., Morozov A. A. Technology of radioactive waste disposal in the space of underground mines. Radioactive waste, no. 2, pp. 49–62, 2021. (In Rus.)
3. Kuzmin E. V., Mayanov E. P., Igin I. M., Minin A. V., Bamborin M. Yu., Kalakutsky A. V., Morozov A. A., Kamanin A. N., Trofimova Yu. V. Substantiation of the parameters of the technology of disposal of RW of classes 2 and 3 in the space of underground mines of PJSC “PPGHO”. Radioactive Waste, no. 1, pp. 62–76, 2022. (In Rus.)
4. Melnikov N. N., Konukhin V. P., Komlev V. N. Materials based on mineral and man-made raw materials in engineering barriers for isolation of radioactive waste. Apatites, 1998. 94 p. (In Rus.)
5. Melnikov N. N., Konukhin V. P., Komlev V. N. Improvement of the safety of radioactive waste management in the North West region of Russia. Disposal of radioactive waste. TACIS Project. NUCRUS 95410. Task 3. Report. Apatity – Orlean, Russian Federation – France, 1998. 270 p. (In Eng.)

Информация об авторе

Комлев Владимир Николаевич, инженер-физик, г. Апатиты, Россия. Область научных интересов: сочетание физических, геологических и горных исследований по проблеме захоронения радиоактивных отходов.

Information about the author

Komlev Vladimir N., engineer-physicist, Apatity, Russia. Research interests: a combination of physical, geological and mining research on the problem of radioactive waste disposal.

Для цитирования

Комлев В. Н. Рецензия на горно-геологическую часть обоснования строительства подземного хранилища радиоактивных отходов // Вестник Забайкальского государственного университета. 2024. Т. 30, № 3. С. 138–143. DOI: 10.2109/2227-9245-2024-30-3-138-143.

For citation

Komlev B. N. Review for the Mining and Geological Part of the Feasibility Study for the Construction of an Underground Radioactive Waste Storage Facility // Transbaikal State University Journal. 2024. Vol. 30, no. 3. P. 138–143. DOI: 10.2109/2227-9245-2024-30-3-138-143.

ПАМЯТИ ПЕТРА МИХАЙЛОВИЧА СОЛОЖЕНКИНА



30 июня 1930 г. – 13 сентября 2024 г.

13 сентября 2024 г. на 95-м году ушёл из жизни наш друг и коллега, выдающийся учёный и специалист в области обогащения полезных ископаемых, органической химии и гидрометаллургии, академик Академии наук Республики Таджикистан, действительный член Российской академии естественных наук, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ и Таджикской ССР, иностранный член Академии минеральных технологий (Турция), главный научный сотрудник Института проблем комплексного освоения недр Российской академии наук.

Пётр Михайлович Соложенкин родился 30 июня 1930 г. в с. Зуевка Утевского района Куйбышевской области. Окончив в 1953 г. Иркутский горно-металлургический институт по специальности «Обогащение полезных ископаемых», он в 1954 г. поступил в аспирантуру Московского института цветных металлов и золота им. М. И. Калинина. После успешной защиты кандидатской диссертации

в 1959 г. на протяжении почти 40 лет работал в Академии наук Таджикистана, пройдя путь от младшего научного сотрудника лаборатории обогатительных процессов Института химии Академии наук Таджикской ССР до академика, члена Президиума и Вице-президента Академии наук Таджикской ССР. В 1971 г. защитил докторскую диссертацию. В 1997 г. перешёл в Институт проблем комплексного освоения недр Российской академии наук на должность главного научного сотрудника.

Научная деятельность Петра Михайловича на протяжении более 70 лет была связана с теорией и технологией обогащения различных видов руд, в том числе золото- и ртутно-сурьмяных, висмутовых и др. Им впервые применены методы магнитной радиоспектроскопии для изучения структуры реагентов и минералов. Исследования в области физикохимии флотационных процессов, гидрометаллургии, гальванокоагуляции сточных вод, компьютерного моделирования, прогнозирования состава и свойств флотационных реагентов, минералов и их соединений внесли значительный вклад в развитие отечественной и мировой науки. Разработанные под его руководством технологии комплексной переработки руд внедрены на крупнейших предприятиях России и стран СНГ.

Глубокие знания и богатый опыт научной работы Пётр Михайлович успешно передавал своим ученикам и коллегам. Под его научным руководством защищено более 30 докторских и кандидатских диссертаций как в России, так и в странах СНГ.

Им опубликовано более 1200 научных работ. Он постоянно участвовал в работе учёного и диссертационного советов Института проблем комплексного освоения недр Российской академии наук, являлся действительным членом Российской академии естественных наук и членом редколлегии журнала «Цветные металлы».

Пётр Михайлович был по-настоящему творческим человеком с высокоразвитым чувством нового, широко эрудированным, доброжелательным, чутким и внимательным к коллегам по работе, с которыми он щедро делился своими обширными знаниями и опытом. Исключительное обаяние его личности знакомо всем, кто с ним работал.

Выражаем искренние соболезнования родным, близким, друзьям и коллегам Петра Михайловича. Светлая память о нём надолго сохранится в наших сердцах.

*Коллектив Института проблем комплексного освоения недр
Российской академии наук, Забайкальский государственный
университет, Забайкальское региональное отделение
Российской академии естественных наук*

**Перечень требований и условий публикации статей в научном журнале
«Вестник Забайкальского государственного университета»**

Правила публикации статей в журнале

1. Правила публикации статей в журнале

1.1. Материал, предлагаемый для публикации, должен являться оригинальным, неопубликованным ранее в других печатных изданиях. В случае, если статья направлена параллельно в другой журнал и автор не предупреждает об этом главного редактора редакция оставляет за собой право прекратить дальнейшее сотрудничество с автором на неопределенный срок.

1.2. Объем статьи не должен превышать 1 а. л. = 40 тыс. знаков (с пробелами и учётом всех сносок), включая иллюстрации (1 иллюстрация форматом 190 × 270 мм составляет 1/6 авторского листа, или 6,7 тыс. знаков).

Статья набирается в программе Microsoft Office Word. Шрифт – Times New Roman, размер – 14 пт, межстрочный интервал – 1,5. Формат – А4. Переносы в содержании статьи НЕ ставить!

1.3. Редакционная коллегия оставляет за собой право на научное и литературное редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта. За точность воспроизведения имён, цитат, формул, цифр несёт ответственность автор.

1.4. Редакционная коллегия оставляет за собой право отклонить статью, которая не соответствует Перечню требований.

1.5. Редакция научного журнала «Вестник Забайкальского государственного университета» осуществляет независимое рецензирование статей. Статья, направленная автору на доработку, должна быть возвращена редакции **в течение 10 дней**, в противном случае она будет отклонена. Доработанный вариант статьи рецензируется и рассматривается заново.

1.6. Присланные материалы исследований редакция проверяет в системе «Антиплагиат» (info@antiplagiat.ru). Оригинальность текста, в соответствии с приказом № 413 от 15 декабря 2021 г. «О проверке на объём заимствований, в том числе содержательного выявления неправомерных заимствований текстов работ, выполняемых в ЗабГУ»), должна составлять не менее 75 %.

1.7. Редакция высылает по запросу автора в PDF-формате справку (при наличии положительной рецензии от главного редактора) о публикации для отчёта перед ГРАНТОДАТЕЛЕМ (вместе с запросом в этом случае необходимо приложить проект справки в формате Word).

1.8. Для публикации в журнале необходимы следующие документы:

а) отчёт о проверке на антиплагиат;

б) экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати для 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых (технические науки) (сканированная копия).

1.9. Аспиранты публикуются ТОЛЬКО в соавторстве с научным руководителем.

2. Комплектность и форма предоставления авторских экземпляров

2.1. Содержание статьи и общие правила её оформления

Содержание статьи и общие правила её оформления

– шифр и наименование научной специальности;

– УДК;

– имя, отчество, фамилию автора (соавторов) (полностью) (на русском и английском языках);

– аффилиацию 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: актуальность, объект, цель работы; задачи, методология и методы, результаты; выводы. По аннотации читатель должен определить, стоит ли обращаться к полному тексту статьи для получения более подробной, интересующей его информации.

– ключевые слова и словосочетания, отделяемые запятой – не менее 10 (на русском и английском языках);

– благодарность – информация о финансировании исследований, грантах, благодарности, размещается после ключевых слов 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:

Список литературы

- Составлять в алфавитном порядке (не более чем 5-летней давности) не менее 15 источников (ГОСТ Р7.0.5-2008).
- Ссылки на источники в тексте статьи следует оформлять в квадратных скобках в соответствии с нумерацией в списке литературы.
- Список литературы должен содержать только научную литературу (монографии, статьи, диссертации, авторефераты диссертаций).
- **Учебные пособия, учебно-методические пособия, методические рекомендации, практикумы, энциклопедии, словари, архивные источники, художественная литература, конститу-**

ция, законы, нормативно-правовые документы, доклады, карты, атласы и др. оформляются в виде подтекстовых сносок.

- Разрешается вносить в список литературы не более двух собственных научных публикаций.
- В списке должно быть не менее двух источников на иностранном языке.

Также НЕОБХОДИМО дублировать список литературы полностью в референс (для зарубежных баз данных);

- информацию об авторе (авторах): фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, занимаемая должность, место работы, город, страна (на русском и английском языках), e-mail, ORCID;
- научные интересы автора (авторов) (на русском и английском языках);
- вклад авторов в статью.

2.2. Требования к оформлению формул, рисунков, таблиц

3. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов рекомендуется приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны. Формулы следует нумеровать порядковой нумерацией арабскими цифрами в круглых скобках, например, $A = a \cdot v$, (1). Ссылки в тексте на порядковые номера формул оформляют в скобках, например, ... в формуле (1).

Рисунки необходимо выполнять с разрешением 300 dpi (B&W – для черно-белых иллюстраций, Grayscale – для полутонов, максимальный размер рисунка с надписью: ширина 145 мм, высота 235 мм); предоставлять в виде отдельных файлов с расширением *.JPG, *.BMP, *.TIFF и распечаткой на бумаге формата A4 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. Название рисунков предоставляется на русском и английском языках через слэш (/).

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. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если таблица одна, она не нумеруется. Название таблиц и ее содержание предоставляются на русском и английском языках через слэш (/).

Материалы статьи предоставляются ТОЛЬКО по электронной почте:

VestnikZabGU@yandex.ru.



Решение о публикации статьи принимается главным редактором журнала – *Шумиловой Лидией Владимировной*.

Информацию об условиях публикации (поступление и продвижение статьи, сопутствующие документы) можно узнать у ответственного секретаря – *Петровой Ирины Владимировны*.

тел.: (3022) 21-86-38.

VestnikZabGU@Yandex.ru

A list of Requirements and Conditions for the Publication of Articles in Scientific Journal “Transbaikal State University Journal”

Rules for publishing articles in the journal

1. Rules for publishing articles in the journal

1.1. The material proposed for publication must be original, not previously published in other printed publications. If an article is sent in parallel to another journal, and the author does not warn the editor-in-chief about this, the editors reserve the right to terminate further cooperation with the author for an indefinite period.

1.2. The volume of the article should not exceed 1 a. l. = 40 thousand characters (including spaces and taking into account all footnotes), including illustrations (1 illustration with a format of 190 × 270 mm is 1/6 of the author's sheet, or 6.7 thousand characters). The article is typed in Microsoft Office Word. Font – Times New Roman, size – 14 pt, line spacing – 1.5. Format – A4. Do NOT put hyphenations in the content of the article!

1.3. The editorial board reserves the right to scientific and literary editing of articles without changing the scientific content of the author's version. The author is responsible for the accuracy of reproduction of names, quotes, formulas, and numbers.

1.4. The Editorial Board reserves the right to reject an article that does not comply with the List of Requirements.

1.5. The editors of the scientific journal “Transbaikal State University Journal” carry out independent review of articles. An article sent to the author for revision must be returned to the editors within 10 days, otherwise it will be rejected. The revised version of the article is reviewed and reviewed again.

1.6. The editors check submitted research materials in the Antiplagiat system (info@antiplagiat.ru). The originality of the text, in accordance with Order No. 413 of Decree <https://perviy-vestnik.ru/udc/mber> 15, 2021 “On checking the volume of borrowings, including content, identifying unauthorized borrowings of texts of works performed at ZabSU”), must be at least 75 %.

1.7. The editors will send, at the author's request, a certificate in PDF format, if there is a positive review from the editor-in-chief, about the publication for reporting to the GRANTOR (in this case, a draft certificate in Word format must be attached along with the request).

1.8. The following documents are required for publication in the journal:

a) an anti-plagiarism test report;
b) an expert opinion on the possibility of publishing an article in the open press for 2.8.9. Mineral processing (technical sciences) (scanned copy).

1.9. Graduate students are published ONLY in collaboration with their supervisor.

2. Completeness and form of provision of copyright copies.

2.1. Contents of the article and general rules for its design.

Contents of the article and general rules for its design

- code and name of the scientific specialty;
- UDC;
- first name, patronymic, last name of the author (co-authors) (in full) (in Russian and English);
- affiliation of the author (co-authors) (in full) (in Russian and English);
- title of the article (in Russian and English);
- abstract – 200–250 words (in Russian and English). The abstract should reflect: relevance, object, purpose of work; objectives, methodology and methods, results; conclusion. Based on the abstract, the reader should determine whether it is worth accessing the full text of the article to obtain more detailed information of interest to him.

- key words and phrases separated by a comma – at least 10 (in Russian and English);

- gratitude – information about research funding, grants, gratitude, is placed after the keywords in Russian and English.

- the main part. The text of the article should have the following structure: introduction, relevance, object, subject, purpose, objectives, methodology and research methods, development of the topic, research results, conclusions.

- list of resources:

- It is necessary to compile at least 15 sources in alphabetical order (no more than 5 years ago) (GOST R7.0.5-2008).

- References to sources in the text of the article should be formatted in square brackets in accordance with the numbering in the list of references.

- The list of references should contain only scientific literature (monographs, articles, dissertations, abstracts of dissertations).
- **Textbooks, teaching aids, methodological recommendations, workshops, encyclopedias, dictionaries, archival sources, fiction, constitution, laws, legal documents, reports, maps, atlases, etc. are presented in the form of subtextual footnotes.**
- You are allowed to include no more than two of your own scientific publications in the list of references.
- The list must contain at least two sources in a foreign language.
- It is also NECESSARY to duplicate the entire reference list into the reference (for foreign databases);
 - information about the author (authors): last name, first name, patronymic, academic degree, academic title, position held, place of work, city, country (in Russian and English), e-mail, ORCID;
 - scientific interests of the author (authors) (in Russian and English);
 - authors' contribution to the article.

2.2. Requirements for the design of formulas, figures, tables.

Requirements for the design of formulas, figures, tables

Formulas. When using formulas in the text of the article, it is recommended to use Microsoft Equation 3. It is recommended to provide explanations of the meanings of symbols and numerical coefficients directly below the formula in the same sequence in which they are given. Formulas should be numbered sequentially with Arabic numerals in parentheses, for example, $A = a:b$, (1). References in the text to serial numbers of formulas are written in parentheses, for example, ... in formula (1).

Drawings must be made with a resolution of 300 dpi (B&W – for black and white illustrations, Grayscale – for halftones, maximum size of a drawing with an inscription: width 145 mm, height 235 mm); provide in the form of separate files with the extension *.JPG, *.BMP, *.TIFF and printed on A4 paper indicating the file name. Images must be able to move within the text and be resized. Perform diagrams and graphs in the built-in MS Word program or in MS Excel, providing the source file. Drawings should be numbered with Arabic numerals and continuous numbering. If there is only one drawing, it is not numbered. The title of the drawings is provided in Russian and English using a slash (/).

Tables must have thematic and numbered headings and links to them in the text. Thematic headings should reflect their content, be accurate, concise, and placed above the table. Tables should be numbered consecutively in Arabic numerals. If there is only one table, it is not numbered. The name of the tables and its contents are provided in Russian and English using a slash (/).

Article materials are provided ONLY by email: VestnikZabGU@yandex.ru.



The decision to publish the article is made by the editor-in-chief of the journal, Lidiya Vladimirovna Shumilova.

Information about the conditions of publication (receipt and promotion of the article, related documents) can be obtained from the executive secretary – *Irina Vladimirovna Petrova.*
tel.: (3022) 21-86-38.

VestnikZabGU@Yandex.ru