

DOI: 10.21209/2227-9245

DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4

ВЕСТНИК

ЗАБАЙКАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО

УНИВЕРСИТЕТА 2023

Том 29. № 4

TRANSBAIKAL STATE UNIVERSITY JOURNAL

Vol. 29. No. 4

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,
Alexandro-Zavodskaya st., 30, study 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 Объединенному 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 включен 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

Потапова Ксения Романовна

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 **К1** в соответствии с категорированием журналов, входящих в Перечень ВАК (порядковый номер в Перечне 354)

© Забайкальский государственный университет, 2023

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

Подписано в печать 20.12.2023. Дата выхода в свет 22.12.2023.
Форм. бум. 60 x 84 1/8. Бумага ксерографическая. Гарнитура "Arial".
Способ печати оперативный. Заказ № 23109. Усл. печ. л. 19,8. Уч.-изд. л. 17,0.
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 periodicals Ulrich's

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

Potapova Ksenia Romanovna

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 **K1** in accordance with the categorization of journals included in the List of the Higher Attestation Commission (the serial number in the List is 354)

© Transbaikal State University, 2023

Literary editor K. R. Potapova
Editor of translation S. E. Kaplina, doctor of pedagogical sciences, professor
Technical editor G. A. Zenkova

Signed to print 20.12.2023. Date of publication 22.12.2023.
Format 60×84 1/8. Xerographic paper. Headset "Arial". Operative printing. Order No. 23109.
Conv. quires 19,8. Ed.-print quires 17,0.
Circulation 500 copies.(First impression 1–100 copies).
Free price.

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

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); Сеница С. М., доктор геолого-минералогических наук, доцент (г. Чита); 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); Владимиров 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); Протасевич А. А., доктор юридических наук, профессор (г. Иркутск); Романова И. В., доктор социологических наук, профессор (г. Чита); Туганов Ю. Н., доктор юридических наук, профессор (г. Москва); 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); Гриб В. В., доктор юридических наук, доцент (г. Москва); Жуков А. В., доктор философских наук, профессор (г. Чита); 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); Семячков 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. Краснояменск); Овсяйчук В. А., доктор технических наук, профессор (г. Чита).

2.10. Техносферная безопасность

2.10.2. Экологическая безопасность (технические науки): Семячков А. И., доктор геолого-минералогических наук, профессор (г. Москва); Блинновская 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: Долгонос 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); Sinita S. M., doctor of geological and mineralogical sciences, assistant professor (Chita); Yurgenson G. A., doctor of geological and mineralogical sciences, professor (Chita).

1.6.21. Geocology (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); Shadrunkova 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); Shelkovich 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 Political Science

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); Omelichkin O. V., doctor of political sciences, professor (Kemerovo); Protasevich A. A., doctor of law sciences, professor (Irkutsk); Romanova I. V., doctor of sociological sciences, professor (Chita); Tuganov Yu. N., doctor of law sciences, professor (Moscow); 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); Grib V. V., doctor of law sciences, associate professor (Moscow); Zhukov A. V., doctor of philosophical sciences, professor (Chita); 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): Zaslonsky 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); Shadrunkova 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); Blinovskaya Ya. Yu., doctor of technical sciences, professor (Vladivostok); Voronov E. T., doctor of technical sciences, professor (Chita); Oveshnikov 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); Kozhugulov 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. Political Science: 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>Кирдяшкин А. А., Кирдяшкин А. Г.</i> Склоны поднятий земной поверхности: структурное воздействие мантийных плюмов малой тепловой мощности	8
<i>Степанов Н. П., Грабко Г. И.</i> Особенности отклика природного пирита на импульсное электрическое воздействие	19
<i>Груздев Р. В.</i> Определение средней плотности пород промежуточного слоя способом наименьшей корреляции аномалии силы тяжести с рельефом местности (на примере Восточного Забайкалья)	25
<i>Новиков А. Н., Биксалеев А. А.</i> Оценка готовности особо охраняемых природных территорий Забайкальского края к неблагоприятно изменяющемуся характеру соседства (в условиях хозяйственного освоения региона)	33
<i>Юргенсон Г. А.</i> О новой находке ютенбогаардтита в Забайкалье	44
<i>Рассказов А. А., Горбатов С. Е., Котельников А. Е., Котельникова Е. М.</i> Особенности использования лимногеологических методов в планетарных исследованиях	54

НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ, ГОРНЫЕ НАУКИ

<i>Батухтин А. Г., Батухтин С. Г., Якубович А. И., Кузнецова Н. С.</i> Анализ эффективности теплосъёма поверхностей нагрева	65
<i>Орехова Н. Н., Фадеева Н. В., Зинченко А. А., Исаева Л. С.</i> Исследование процесса кислотного обеззоливания концентрата флотации графитизированной металлургической пыли	73
<i>Мязин В. П., Гончаров Д. С., Соколова Е. С., Арданаева С. А.</i> Логико-математический анализ обобщённой функции модели кучного выщелачивания золота в рудном штабеле	85
<i>Лабудин В. С., Храмов А. Н.</i> Лабораторные исследования раскрываемости минералов карбонатно-флюоритовой руды месторождения «Эгитинское»	95

ЭКОНОМИКА

<i>Глебова А. Г., Березин А. М.</i> Регулирование валютных рисков российских банков в условиях международных санкций	105
<i>Глотко А. В., Кузнецова И. Г., Шелковников С. А.</i> Проектное инвестирование в развитие туризма	115
<i>Мальшев Е. А., Мальшева Т. Е.</i> Декарбонизация компаний индустриального сектора в условиях неопределённости	123

ПОЛИТОЛОГИЯ

<i>Напсо М. Д.</i> Этнический национализм – “nevrose nationale”	132
<i>Матвеева Е. В., Алагоз А. В.</i> Сетевой контент кандидатов в губернаторы субъектов Сибирского федерального округа: особенности содержания в избирательной кампании 2023 года	139
<i>Мезенцев С. Д., Матюхин А. В.</i> Либеральные социально-политические реформы Александра II: причины, сущность, характер	150

ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

Итоги Плаксинских чтений – 2023	161
---------------------------------------	-----

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

Академику Валентину Алексеевичу Чантурия – 85 лет	167
---	-----

CONTENTS

EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCES

Kirdyashkin A. A., Kirdyashkin A. G. Slopes of Uplifts Of The Earth's Surface: Structural Impact of Mantle Plumes of Low Thermal Power	8
Stepanov N. P., Grabko G. I. Features of the Natural Pyrite Response to Electrical Action Impulse	19
Gruzdev R. V. Determination of the Average Density of Rocks of the Intermediate Layer by the Method of the Least Correlation of the Gravity Anomaly with the Terrain (on the Example of Eastern Transbaikalia)	25
Novikov A. N., Biksaleev A. A. Assessment of the Readiness of Specially Protected Natural Areas of the Transbaikal Territory to the Adversely Changing Nature of the Neighborhood (in the Context of the Economic Development of the Region)	33
Yurgenson G. A. About a New Find of Yutenbogaardtite in Transbaikalia	44
Rasskazov A. A., Gorbatov E. S., Kotelnikov A. E., Kotelnikova E. M. Features of Using Limnogeologic Methods in Planetary Surveys	54

SUBSOIL USE, MINING SCIENCES

Batukhtin A. G., Batukhtin S. G., Yakubovich A. I., Kuznetsova N. S. Analysis of Heat Removal Efficiency of Heating Surfaces	65
Orekhova N. N., Fadeeva N. V., Zinchenko A. A., Isaeva L. S. Investigation of Acid Dezolization Process of Graphitized Metallurgical Dust Flotation Concentrate	73
Myazin V. P., Goncharov D. S., Sokolova E. S., Ardaneva S. A. Logical and Mathematical Analysis of the Generalized Function of the Model of Heap Leaching of Gold in the Ore Stack	85
Labudin V. S., Khramov A. A. Laboratory Research of the Opening of Minerals of Carbonate-Fluorite ore of the Egitinskoye Deposit	95

ECONOMY

Glebova A. G., Berezin A. M. Regulation of Currency Risks of Russian Banks in the Context of International Sanctions	105
Glotko A. V., Kuznetsova I. G., Shelkovnikov S. A. Project Investment in Tourism Development	115
Malyshev E. A., Malysheva T. E. Decarbonization of Companies In The Industrial Sector under Conditions of Uncertainty	123

POLITICAL SCIENCE

Napso M. D. Ethnic nationalism – “nevrose nationale”	132
Matveeva E. V., Alagoz A. V. Network Content of Candidates for Governor of the Siberian Federal District: Features Contents in the 2023 Election Campaign	139
Mezentsev S. D., Matyukhin A. V. Liberal Socio-Political Reforms of Alexander II: Causes, Essence, Nature	150

CHRONICLE OF SCIENTIFIC LIFE

The Results of the Plaksin Readings – 2023	161
--	-----

ANNIVERSARY DATES

Academician Valentin Alekseevich Chanturia is 85 years old	167
--	-----

Научная статья

УДК 55, 551.2, 551.14, 532.5

DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-8-18

Склоны поднятий земной поверхности: структурное воздействие мантийных плюмов малой тепловой мощности

Алексей Анатольевич Кирдяшкин¹, Анатолий Григорьевич Кирдяшкин²

^{1,2}Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия

¹aak@igm.nsc.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9873-4533>,

²<https://orcid.org/0000-0002-8398-7202>

Информация о статье:

Статья поступила
в редакцию 23.10.2023

Одобрена после
рецензирования 06.11.2023

Принята к публикации
09.11.2023

Ключевые слова:

геодинамическое
моделирование, склон
поднятия, горизонтальный
градиент давления, вязкая
жидкость, динамическая
вязкость, скорость
течения, движущая сила,
сила упругой деформации,
свободный объём,
понижение поверхности

Рассматривается структура течения, организующаяся под действием горизонтального градиента давления в склоне поднятия, и исследуются силы, вызывающие разрывы склона поднятия и обуславливающие его структуру. Объект исследования – склоны поднятий земной поверхности. Целью исследования является установление условий, при которых создаются течения в высоковязком склоне поднятия и определение основных сил, вызывающих образование разрывов склона и формирование его структуры. Показано, что в склоне поднятия существует горизонтальный градиент давления, в условиях которого в высоковязком склоне поднятия организуются горизонтальные течения. Вязкое течение в склоне поднятия проанализировано с использованием модели течения вязкой (ньютоновской) жидкости в слое с наклонной верхней (свободной) поверхностью. Обозначено распределение скорости течения по высоте слоя. Установлено условие создания блоковой структуры склона поднятия, находящегося в условиях растяжения. Представлена зависимость движущей (гравитационной) силы, обусловленной горизонтальным градиентом давления, от вязкости блока. Установлено, что разрыв течения склона поднятия образуется, когда величина силы упругой деформации разрыва равна разности величин движущей силы и силы трения на подошве склона. Процессы, происходящие в области раздвижения блоков, проанализированы с использованием данных лабораторного и теоретического исследования истечения вязкой жидкости из прямоугольного сосуда. Определена зависимость средней скорости течения и времени первого периода заполнения свободного объёма от горизонтального размера слоя для различных вязкостей материала склона. Получены выражения для понижения уровня свободной поверхности склона, происходящего вследствие заполнения свободного объёма между блоками, и для горизонтального размера образовавшейся области понижения. По результатам геодинамического моделирования представлена структура склона поднятия.

Благодарность: Работа выполнена по государственному заданию ИГМ СО РАН (№ 122041400057-2).

Slopes of Uplifts Of The Earth's Surface: Structural Impact of Mantle Plumes of Low Thermal Power

Aleksey A. Kirdyashkin¹, Anatoly G. Kirdyashkin²

^{1,2}V. S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia

¹aak@igm.nsc.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9873-4533>

²<https://orcid.org/0000-0002-8398-7202>

Information about the article:

Received 23 October, 2023

Approved after review
6 November, 2023

Accepted for publication
9 November, 2023

Keywords:

geodynamic modeling, elevation slope, horizontal pressure gradient, viscous liquid, dynamic viscosity, flow velocity, driving force, elastic deformation force, free volume, lowering of the surface

The flow structure, which is organized under the influence of a horizontal pressure gradient in the uplift slope is considered. The forces that cause disruptions of the uplift slope and determine its structure are investigated. *The object of the study* is the slopes of uplifts of the Earth's surface. *The aim of the study* is to establish the conditions under which flows are created in a high-viscosity uplift slope and to determine the main forces causing the formation of slope breaks and the formation of the slope structure. It is shown that there is a horizontal pressure gradient in the uplift slope. Under this gradient horizontal flows are organized in the high-viscosity uplift slope. The viscous flow in the uplift slope is analyzed using a model of the viscous (Newtonian) fluid flow in a layer with an inclined upper (free) surface. The flow velocity distribution over the layer height is obtained. The condition for creating a block structure of the uplift slope under strain conditions is established. The dependence of the driving (gravitational) force due to the horizontal pressure gradient on the viscosity of the block is presented. It has been established that a disruption of the uplift slope flow is formed when the magnitude of the elastic deformation force of the rupture is equal to the difference between the magnitudes of the driving force and the friction force at the slope bottom. The processes occurring in the area of block separation are analyzed using data of laboratory and theoretical studies of the viscous outflow from a rectangular vessel. The dependence of the average flow velocity and the time of the first period of filling the free volume on the horizontal size of the layer are presented for different viscosities of the slope material. Expressions are obtained for lowering of the free surface level of the slope, which occurs due to the filling of the free volume between the blocks, as well as for the horizontal size of the lowering area. Based on the results of geodynamic modeling, the structure of the uplift slope is presented.

Acknowledgment: The work was carried out according to the state assignment of IGM SB RAS (No. 122041400057-2).

Введение. В. В. Белоусовым было предсказано существование локальных каналов, обладающих низкой вязкостью и характеризующихся высокими тепловыми потоками. В областях существования таких каналов должны создаваться вертикальные силы, под воздействием которых образуются поднятия земной поверхности [3]. В настоящее время эти каналы получили название мантийных термомеханических плюмов. С использованием геологических данных показано, что формирование поднятий может быть обусловлено подъёмом мантийных плюмов [10; 12; 13]. Образование поднятий может ускорять процесс растяжения континентов [16]. В работе [4] указана связь континентального рифтогенеза с подъёмом мантийных плюмов к литосфере. Для решения задачи о формировании поднятий применяются методы лабораторного, теоретического и численного моделирования [11]. В статьях [14; 15] показано, что поднятие создаётся под действием вертикально

направленной силы сверхлитостатического давления, действующего на кровлю плюма, не достигшего поверхности. Крупнейшие поднятия создаются вследствие воздействия семейств плюмов малой мощности, которые не прорываются на поверхность [15].

Образование поднятия Кавказа можно связать с активностью группы плюмов, не вышедших на поверхность, под действием которых сформировалась с запада на восток последовательность его наиболее высоких горных вершин [14]. Представлены результаты вычислений параметров поднятия, сформировавшегося под действием группы плюмов. Расчёты показали, что протяжённость, наибольшая высота и горизонтальный размер основной части такого поднятия хорошо согласуются с параметрами поднятия Кавказа [3]. На Кавказе выявляется сложное пространственно-временное распределение обстановок сжатия и растяжения [6; 7]. В ряде зон Центрального и Казбекского сегмен-

тов мегасвода Большого Кавказа отмечается преобладание блоковых структур, новейшие структуры формировались в условиях преобладающего растяжения [7; 8]. Следует отметить, что геодезические (GPS) измерения указывают на увеличение ширины зоны Главного хребта и Большого Кавказа в целом [5]. Для северных склонов Западного Кавказа характерны обстановки растяжения [6]. На северном склоне Западного Кавказа, проявлена система трёх моноклинальных хребтов, параллельных главному хребту [1].

Актуальность исследования. В связи с характерным рельефом северо-западной части Кавказа, в которой наблюдаются новейшие тектонические структуры, характерные для зон растяжения, возникает задача выяснения влияния условий растяжения на структуру и рельеф склона поднятия, сформированного под воздействием плюма малой тепловой мощности. С этой задачей тесно связана другая – об условиях образования нарушений сплошности (разрывов) склона поднятия. Анализ имеющейся литературы по поднятиям поверхности показал, что вышеуказанные задачи, несмотря на их важное значение для понимания глубинных геодинамических механизмов формирования структуры и рельефа склонов поднятий, пока остаются нерешёнными.

Объект исследования – склоны поднятий земной поверхности. **Предмет исследования** – структурное воздействие мантийных плюмов малой тепловой мощности (плюмов, не достигших поверхности) на склоны поднятий.

Целью исследования является установление условий, при которых создаются течения в высоковязком склоне поднятия и определение основных сил, вызывающих образование разрывов склона и формирование его структуры.

Задачи исследования – определить гидродинамическую структуру течения, создающегося в условиях горизонтального градиента давления в высоковязком склоне поднятия; найти условия, в которых создаются растягивающие напряжения в склоне поднятия; определить основные силы, действующие на склон поднятия, находящийся в состоянии растяжения, и найти их величины; на основе экспериментальных исследований и теоретического анализа истечения жидкости из сосуда прямоугольного сечения выяснить, как взаимодействие процессов раздвижения блоков и заполнения свободного объё-

ма между блоками сказывается на структуре склона поднятия.

Методология исследования основана на системном подходе к объекту исследования как к вязкоупругой среде, структура которой изменяется под воздействием плюмов малой тепловой мощности. **Методы исследования:** основной метод, применяемый для исследования движений в склоне поднятия, и сил, вызывающих эти движения и формирующих структуру склона, – метод моделирования, как лабораторного (физического), так и теоретического. Кроме того, для решения поставленных задач исследования применялись информационный анализ, методы обобщения и сопоставительного анализа.

В настоящей статье представлены результаты лабораторного и теоретического моделирования структуры течения, создающейся в условиях горизонтального градиента давления в высоковязком склоне поднятия, и исследуются силы, вызывающие разрывы склона поднятия и обуславливающие его структуру.

Структура вязкого течения в склоне поднятия. Рассмотрим движение в высоковязком склоне поднятия (рис. 1). Литостатическое давление на основании поднятия (при $y = 0$) уменьшается с удалением от оси главного хребта ($x = 0$), т. е. в склоне поднятия существует горизонтальный градиент давления.

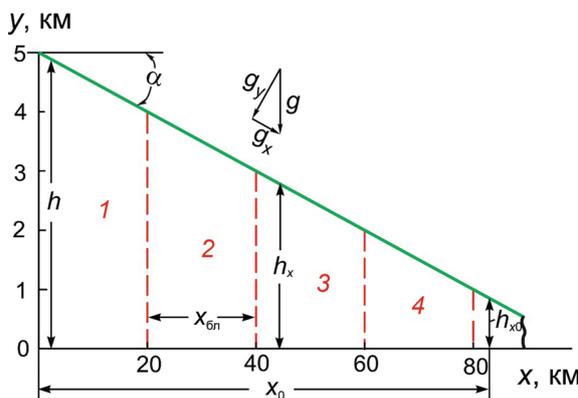


Рис. 1. Схема склона поднятия: g – гравитационное ускорение; 1–4 – блоки склона поднятия; x_{0n} – горизонтальный размер блоков / **Fig. 1.** Scheme of uplift slope: g – gravitational acceleration; 1–4 – blocks of uplift slope; x_{0n} – horizontal size of blocks

В условиях горизонтального градиента давления в высоковязком склоне поднятия организуются горизонтальные течения. Вязкое течение в склоне поднятия проанализируем с использованием модели течения вязкой

(ньютоновской) жидкости в слое с наклонной верхней (свободной) поверхностью. Угол наклона кровли слоя постоянный и определяется выражением $\alpha = \arctg[(h - h_{x_0})/x_0]$, где h – толщина слоя при $x = 0$, h_{x_0} – толщина слоя на удалении $x = x_0$ от его торца, имеющего координату $x = 0$. В сечении x толщина слоя h_x определяется из соотношения $h_x = h - [x(h - h_{x_0})/x_0]$.

Горизонтальный градиент давления на подошве слоя (при $y = 0$)

$$dP(x, 0)/dx = -\rho g(h - h_{x_0})/x_0, \quad (1)$$

где P – давление, ρ – плотность, g – гравитационное ускорение. При малом угле наклона верхней (свободной) границы слоя в первом приближении принимаем горизонтальный градиент давления вблизи неё постоянным. Для малых скоростей течения и высокой вязкости инерционные члены в уравнении движения пренебрежимо малы [17], и тогда уравнение движения записывается в следующем виде

$$\eta(d^2v/dy^2) = dP/dx, \quad (2)$$

где η – коэффициент динамической вязкости, v – скорость течения. Граничные условия к уравнению (2): $v = 0$ при $y = 0$; $dv/dy = 0$ при $y = h_x$. Решая уравнение (2) при вышеуказанных граничных условиях, находим скорость течения в слое

$$v = \frac{\rho g(h - h_{x_0})}{\eta x_0} \left(h_x y - \frac{y^2}{2} \right). \quad (3)$$

Тогда наибольшая скорость течения

$$v_{\max} = \rho g(h - h_{x_0})h_x^2/2\eta x_0. \quad (4)$$

Используя соотношения (3) и (4), после преобразований находим скорость течения, усреднённую по толщине слоя h_x ,

$$v_{\text{av}} = \rho g(h - h_{x_0})h_x^2/3\eta x_0. \quad (5)$$

С использованием соотношения (3) получаем касательное напряжение на подошве слоя $\tau_0 = \eta(dv/dy)_{y=0}$:

$$\tau_0 = \rho g(h - h_{x_0})h_x/x_0. \quad (6)$$

На основании геофизических данных Е. Е. Милановский заключил, что северные склоны западного крыла Кавказа характеризуются преобладанием зон растяжения [6]. Для реализации состояния растяжения скорость течения в склоне поднятия должна возрастать по мере удаления от главного хребта, что возможно с уменьшением вязко-

сти по мере увеличения горизонтальной координаты x согласно соотношениям (3)–(5). Согласно нашим оценкам при значениях параметров $h = 5 \cdot 10^3$ м, $x_0 = 8 \cdot 10^4$ м и $h_{x_0} = 10^3$ м, для осуществления на северном склоне западного Кавказа условий растяжения необходимо, чтобы на удалении от оси главного хребта динамическая вязкость была более чем в 25 раз меньше, чем у его подошвы.

На северном склоне Западного Кавказа, проявлена система трех моноклинальных хребтов, параллельных главному хребту и расположенных, соответственно, на расстояниях 40 км, 52 км и 70 км от него [1]. Наличие такой системы хребтов указывает на образование разрывов течения склона поднятия. При движении блоков склона поднятия и образовании разрывов склона образуется свободный объём между блоками. Свободный объём на основе распределения скорости течения в склоне поднятия $v(y)$, полученного с использованием соотношения (3), представлен на рис. 2. Максимальный градиент скорости dv/dy – вблизи подошвы склона, следовательно, наиболее выраженное влияние на скорость течения оказывает величина коэффициента динамической вязкости при $y = 0$.

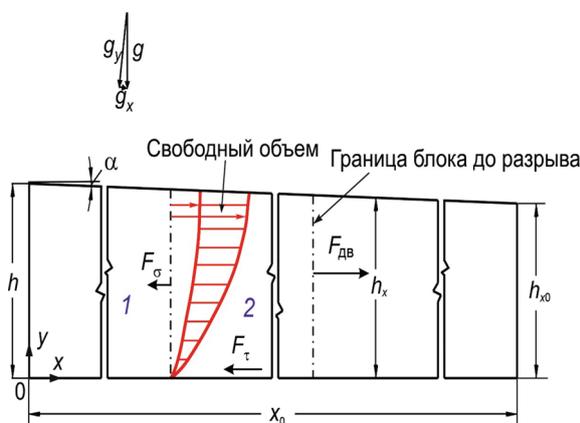


Рис. 2. Силы, действующие на блок склона поднятия при образовании разрыва: 1 и 2 – блоки склона / **Fig. 2.** Forces acting on the uplift slope block during the formation of a disruption: 1 and 2 – slope blocks

Вязкие деформации проявляются в склоне поднятия при малых и больших горизонтальных градиентах давления, или, другими словами, вязкие деформации склона не обладают порогом устойчивости. При упругих деформациях, в том случае, когда величина напряжения превышает предел прочности $\sigma_{кр}$, нарушается сплошность массива, что выражается в образовании разрыва или раз-

лома. Таким образом, для упругой деформации существует порог устойчивости. При наличии сил, действующих на вязкоупругий массив, при увеличении вязкой деформации будет возрастать и упругая деформация до величины $\sigma_{кр}$, т. е. до формирования разрыва или разлома. Таким образом, возникает блоковая структура, разделённая нарушениями сплошности склона поднятия. Итак, отсутствие порога устойчивости при вязкой деформации и наличие порога устойчивости при упругой деформации обуславливают образование блоковой структуры в процессе движения вязкоупругого склона поднятия, которое в свою очередь происходит под действием горизонтального градиента давления, возникающего при уменьшении высоты склона по мере удаления от главного хребта и убывании вязкости.

В случае слоистой структуры поднятия основание каждого блока склона представляют слои, различающиеся по вязкости. Средняя скорость течения возрастает с удалением блока от главного хребта. Упругие свойства разрыва будут проявляться по границам блоков. Как указано выше, на северном склоне поднятия Кавказа в его западном крыле имеются главный хребет и три хребта, протягивающиеся параллельно ему. Поэтому представим склон модельного поднятия состоящим из четырёх блоков, средний горизонтальный размер каждого блока $x_{бл} = 2 \cdot 10^4$ м (см. рис. 1). Определим условия формирования разрывов между блоками склона.

Условия формирования разрыва склона поднятия. Рассматривается склон поднятия, находящийся в условиях растяжения. Силы, действующие на блок склона поднятия в период образования разрыва между блоками, показаны на рис. 2. Во-первых, на блок действует сила упругой деформации разрыва F_{σ} , величина которой

$$F_{\sigma} = h_x \sigma_{кр}, \quad (7)$$

где h_x – высота склона в сечении x .

Гравитационная сила, представляющая собой движущую силу для блока склона $F_{дв}$, выражается через горизонтальный градиент давления dP/dx следующим образом: $F_{дв} = (dP/dx)h_x x_{бл} = \tau_0 x_{бл}$. С учётом равенств (1), (4) и (6), получаем

$$F_{дв} = 2v_{max} \eta x_{бл} / h_x. \quad (8)$$

На подошву блока действует сила трения F_{τ} (см. рис. 2), которую можно определить из следующего соотношения

$$F_{\tau} = 2v_{max,p} \eta x_{бл} / h_x, \quad (9)$$

где $v_{max,p}$ – скорость движения, при которой происходит разрыв склона и формируется граница между блоками.

Условие формирования разрыва между блоками записывается в виде

$$F_{\sigma} = F_{дв} - F_{\tau}. \quad (10)$$

Используя соотношения (7)–(9), из равенства (10) получаем

$$v_{\sigma} = v_{max} - v_{max,p}, \quad (11)$$

где характерная скорость

$$v_{\sigma} = \sigma_{кр} h_x / [2\eta(x_{бл}/h_x)]. \quad (12)$$

Как следует из соотношений (4) и (5), скорости течения v_{max} и $v_{ав}$ возрастают с увеличением горизонтальной координаты x , т. е. с удалением от главного хребта, и с уменьшением динамической вязкости блоков склона поднятия η . Характерная скорость v_{σ} и скорость формирования разрывов склона (разрывов между блоками) также увеличиваются с ростом координаты x и уменьшением вязкости η .

Длина блоков зависит от разности их наибольших скоростей Δv_{max} , которая в свою очередь зависит от вязкости блоков. Обозначим блоки цифрами от 1 до 4 (см. рис. 1). Для протяжённости блоков склона $x_{бл} = 2 \cdot 10^4$ м и разности их максимальных скоростей ~ 1 мм/год принимаем коэффициенты динамической вязкости: для блока 1 – $\eta_1 = 10^{21}$ Па·с, для блока 2 – $\eta_2 = 1,2 \cdot 10^{20}$ Па·с, для блока 3 – $\eta_3 = 4 \cdot 10^{19}$ Па·с и для блока 4 – $\eta_4 = 1,2 \cdot 10^{19}$ Па·с. Кроме того, принимаем следующие значения параметров для склона поднятия: $\rho = 2900$ кг/м³, $\sigma_{кр} = 6 \cdot 10^6$ Н/м², $g = 9,8$ м/с², $h = 5 \cdot 10^3$ м, $h_{x0} = 10^3$ м и $x_0 = 8 \cdot 10^4$ м.

Высоты склона поднятия h_x рассчитаны для сечений $x = 10$ км, 30 км, 50 км и 70 км с использованием соотношения $h_x = h - [x(h - h_{x0})/x_0]$. Характерная скорость v_{σ} определена по формуле (12). Скорость $v_{max,p}$ найдена из соотношения (11). Как показали вычисления, отношение указанных скоростей для всех блоков $v_{\sigma}/v_{max} = 0,21$. Поэтому, согласно (11), скорость течения, при которой образуется разрыв между блоками, $v_{max,p} = v_{max} - v_{\sigma} = 0,79v_{max}$.

Сила упругой деформации склона F_{σ} рассчитана по (7), движущая (гравитационная) сила $F_{дв}$ – по (8), сила трения на подошвах блоков склона F_{τ} – по (9). Величина силы упругой деформации F_{σ} уменьшается от $2,7 \cdot 10^{10}$ Н/м до $0,9 \cdot 10^{10}$ Н/м при увеличе-

нии горизонтальной координаты x от 10 км до 70 км и уменьшении высоты склона поднятия h_x от 4,5 км до 1,5 км. Величина движущей силы $F_{дв}$ возрастает от $4,3 \cdot 10^{10}$ Н/м до $12,8 \cdot 10^{10}$ Н/м с увеличением динамической вязкости блоков от $1,2 \cdot 10^{19}$ Па · с до 10^{21} Па · с (рис. 3). Отношение движущей силы к силе упругой деформации $F_{дв}/F_{\sigma} = 4,7$. Величина силы трения на подошве склона поднятия составляет $F_{\tau} = (3,4 - 10,1) \cdot 10^{10}$ Н/м для $\eta = 1,2 \cdot 10^{19} - 10^{21}$ Па · с.

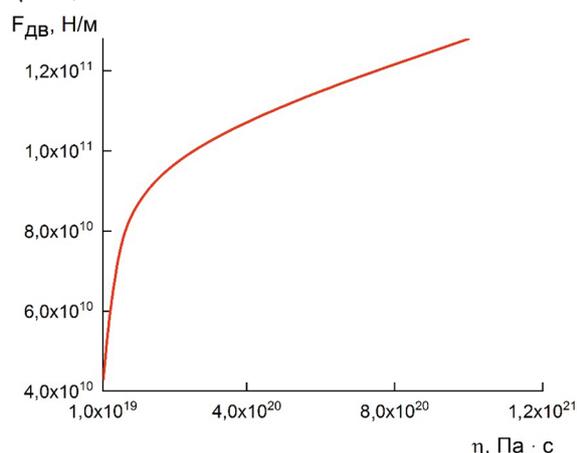


Рис. 3. Движущая (гравитационная) сила в зависимости от коэффициента динамической вязкости склона / **Fig. 3.** Driving (gravitational) force depending on the coefficient of dynamic viscosity of the slope

Моделирование процессов в области раздвижения блоков склона поднятия.

Рассмотрим процессы раздвижения границ блоков и заполнения образовавшегося свободного объёма с использованием модели вязкой (ньютоновской) жидкости для склона поднятия. При разрывах склона поднятия создаются свободные вертикальные границы блоков. Образовавшийся свободный объём между блоками возрастает из-за различия скоростей блоков. Вследствие разности плотностей блока и окружающего воздуха создаётся гравитационная сила, под воздействием которой в области границы блока организуется течение. Происходит заполнение свободного объёма между блоками породами склона. В реальных условиях заполнение свободного объёма, создающегося между блоками склона поднятия, происходит при малых числах Рейнольдса $Re = \nu h/\nu$ ($\nu = \eta/\rho$ – кинематическая вязкость), т. е. при заполнении свободного объёма имеет место ползущее течение.

Исследование течения, организующегося в склоне поднятия при образовании вер-

тикальных границ блоков склона, проводили с использованием модели, в которой реализуется истечение вязкой жидкости из прямоугольного сосуда. Прозрачный прямоугольный сосуд размерами 50 мм × 70 мм × 80 мм был заполнен вязкой жидкостью (мёдом). Измеренная вязкость мёда лежит в интервале от $4,062 \cdot 10^3$ Па · с до $4,58 \cdot 10^3$ Па · с для температуры $T = 0,5 - 5$ °С. Вертикальную свободную поверхность жидкости создавали следующим образом. Сосуд, стоящий на ровной поверхности, практически мгновенно переводили в положение, при котором горизонтальная свободная поверхность мёда размерами 50 мм × 70 мм становилась вертикальной. В этих условиях начиналось истечение жидкости из сосуда на горизонтальную поверхность. Производилась видеосъёмка истечения при различных температурах жидкости.

Фотографии течения представлены на рис. 4. Эксперименты показали, что существуют два периода истечения вязкой жидкости из сосуда прямоугольного сечения. В первом периоде истечения толщина слоя вытекающей жидкости практически постоянна, и возрастает горизонтальный размер слоя (рис. 4а). Во втором периоде высота слоя уменьшается с течением времени, горизонтальный размер слоя меняется значительно слабее, чем в первом периоде (рис. 4б).

В первом периоде истечения жидкости из прямоугольного сосуда вертикальный размер свободной поверхности жидкости постоянен ($h_c = \text{const}$). Горизонтальный размер слоя вытекающей жидкости x_0 возрастает с течением времени от начального значения $x_0 = x_n$ до конечного значения $x_0 = x_k$. В наших экспериментах время первого периода истечения составляет $t_n = 111$ с. Выражение для средней скорости истечения вязкой жидкости из прямоугольного сосуда $v_{ав}$ в первом периоде было получено на основе соотношения для среднего горизонтального градиента давления в слое жидкости:

$$v_{ав} = \rho g h_c^2 (\ln X_k + 1,9) / 24 \eta X_k, \quad (13)$$

где $X_k = x_k/h_c = 2x_1/h_c$ и x_1 – величина, сравнимая с длиной сосуда.

Время истечения для первого периода t_n определено, исходя из равенства количества жидкости, протекающей в сечении $x = x_0/2$ за это время, количеству жидкости, вытекающей из сосуда,

$$t_n = x_1 / 2v_{ав}. \quad (14)$$

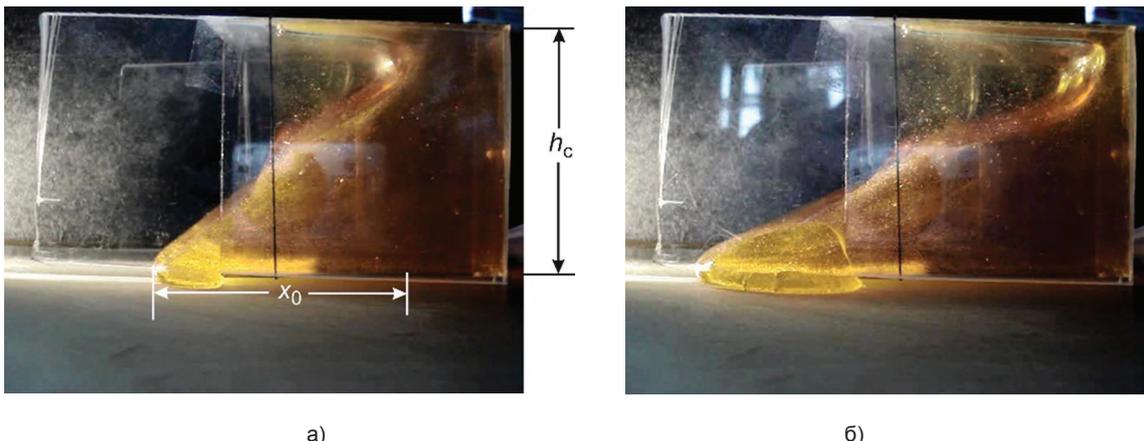


Рис. 4. Истечение вязкой жидкости из сосуда прямоугольного сечения. В момент времени $t = 0$ создается свободная вертикальная поверхность жидкости, после чего свободная поверхность приходит в движение. Картина течения в моменты времени: $a - t = 67$ с; $b - t = 125$ с / **Fig. 4.** The outflow of a viscous liquid from a rectangular vessel. A free vertical surface of the liquid is created at the time $t = 0$, whereupon the free surface begins to move. Flow pattern for times: $a - t = 67$ s; $b - t = 125$ s

Переходя к рассмотрению движений в склоне поднятия, оценим время первого периода t_n после образования вертикальной свободной поверхности (разрыва поднятия) и свободного объёма между блоками склона. Как следует из лабораторного моделирования, в первом периоде толщина слоя практически постоянна, длина слоя x_0 возрастает во времени. Средняя скорость течения в первом периоде v_{av} и время t_n были вычислены соответственно с использованием соотношений (13) и (14) для различных коэффициентов динамической вязкости для следующих значений параметров склона поднятия: $h = 3 \cdot 10^3$ м, $x_k = (3-6) \cdot 10^3$ м и $\rho = 2900$ кг/м³.

Зависимость скорости v_{av} и времени t_n от горизонтального размера для течения материала склона x_k для различных значений динамической вязкости представлена на рис. 5. Как видно из рисунка, средняя скорость течения v_{av} уменьшается с ростом горизонтального размера x_k . С уменьшением вязкости скорость v_{av} возрастает. Время t_n возрастает с увеличением динамической вязкости η . Так, для $\eta = 5 \cdot 10^{19}$ Па·с время $t_n = 117-344$ тыс. лет, и для $\eta = 5 \cdot 10^{20}$ Па·с время $t_n = 1,18-3,46$ млн лет.

Время существования склона поднятия Кавказа $t_k \sim 10$ млн лет [3]. Следовательно для второго периода время $t_b = t_k - t_n$. Проанализируем процессы, происходящие в области раздвижения блоков. В первом приближении принимаем $h_{x_0} \approx 0$, т. е. берём толщину слоя $h - h_{x_0} \approx h$. С учётом соотношения (5) получаем среднюю скорость течения во втором

периоде истечения, т. е. периоде, когда толщина слоя со временем уменьшается:

$$U_b = \rho g h^3 / 3 \eta x_{02}, \tag{15}$$

где x_{02} – горизонтальный размер слоя жидкости. Тогда средняя скорость течения в том случае, когда толщина слоя уменьшается до значения $h = 0$:

$$U_{av} = \frac{1}{h} \int_0^h U_b dv = \rho g h^3 / 12 \eta x_{02}. \tag{16}$$

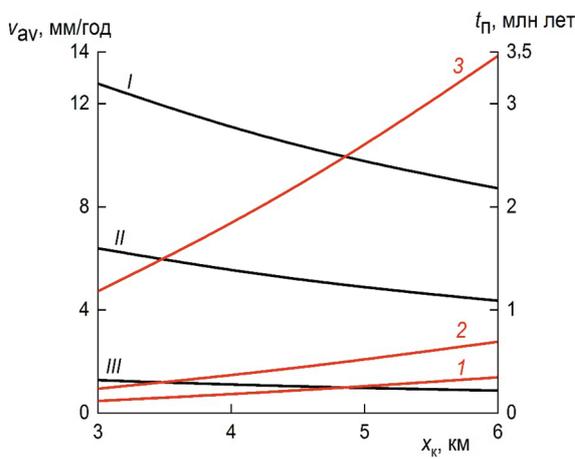


Рис. 5. Средняя скорость течения в склоне поднятия и время t_n в зависимости от горизонтального размера x_k : I, 1 – $\eta = 5 \cdot 10^{19}$ Па·с; II, 2 – $\eta = 10^{20}$ Па·с; III, 3 – $\eta = 5 \cdot 10^{20}$ Па·с / **Fig. 5.** The average flow velocity in the uplift slope and the time t_n depending on the horizontal size x_k : I, 1 – $\eta = 5 \cdot 10^{19}$ Pa·s; II, 2 – $\eta = 10^{20}$ Pa·s; III, 3 – $\eta = 5 \cdot 10^{20}$ Pa·s

Если толщина слоя $h_{xap} = 0,63h$, то из соотношений (15) и (16) вытекает, что $U_b = U_{av}$. Таким образом, для характерной высоты

склона поднятия $h_{\text{хар}} = 0,63h$ свободный объём между блоками склона равен объёму высоковязкого материала склона, поступающего в пространство между блоками. Таким образом, происходит заполнение свободного пространства в области разлома склона. Понижение уровня свободной поверхности склона при расхождении блоков склона будет равно $\Delta h_{\text{скл}} = h_x - h_{\text{хар}}$, и, следовательно

$$\Delta h_{\text{скл}} = 0,37h_x \quad (17)$$

Средняя скорость раздвижения двух блоков склона: $\Delta v_{\text{ав}} = v_{\text{ав,бп2}} - v_{\text{ав,бп1}}$. Из соотношений (5) и (16) находим отношение средних скоростей раздвижения блоков и заполнения свободного объёма между ними:

$$\Delta v_{\text{ав}} / U_{\text{ав}} = x_{\text{оп}} / x_0, \quad (18)$$

где $x_{\text{оп}}$ – длина области опускания свободной поверхности склона между расходящимися блоками, или, другими словами, протяжённость депрессии, образующейся в склоне поднятия. Оценки на основе соотношения (18) для значений $x_0 = 10^5$ м и $x_{\text{оп}} = 7 \cdot 10^2 - 10^4$ м показывают, что $\Delta v_{\text{ав}} / U_{\text{ав}} \ll 1$, т. е., $U_{\text{ав}} \gg \Delta v_{\text{ав}}$.

Увеличение свободного объёма между расходящимися блоками $V_{\text{расх}}$ за время t определяется равенством: $V_{\text{расх}} = \Delta v_{\text{ав}} h_x t$. Свободный объём, сформировавшийся в склоне поднятия вследствие опускания свободной поверхности склона, $V_{\text{св}} = x_{\text{оп}} \Delta h_{\text{скл}}$. Вследствие заполнения свободного объёма между блоками, уровень свободной поверхности склона понижается на величину Δh_x и горизонтальный размер образовавшейся впадины $x_{\text{оп}}$ увеличивается с течением времени. За небольшое в геологическом смысле время может быть достигнут квазистационарный режим, при котором $V_{\text{расх}} = V_{\text{св}}$. Исходя из этого равенства и с учётом соотношения (17), получаем протяжённость депрессии склона

$$x_{\text{оп}} = 2,7 \Delta v_{\text{ав}} t. \quad (19)$$

Вычисления параметров склона поднятия были выполнены при следующих значениях: $\rho = 2,9 \cdot 10^3$ кг/м³, $h = 5 \cdot 10^3$ м, $h_{x0} = 10^3$ м, $x_0 = 8 \cdot 10^4$ м, $x_{\text{оп}} = 2 \cdot 10^4$ м и $\sigma_{\text{кр}} = 6 \cdot 10^6$ Н/м². Средняя скорость раздвижения блоков $\Delta v_{\text{ав}} = v_{\text{ав2}} - v_{\text{ав1}}$ рассчитана по соотношению (5). С использованием результатов вычислений была представлена структура склона поднятия (рис. 6а). В масштабе рисунка представлены профили скорости $v(y)$ для границ блоков, образующихся за время t . Отметим, что построенные профили скорости соответствуют случаю, когда нет заполнения высоковязкими породами свободного объёма между расходящимися блоками склона. Дли-

на областей понижения поверхности склона $x_{\text{оп}}$ найдена с использованием равенства (19). Сами области понижения построены, исходя из значений глубины $\Delta h_{\text{скл}}$ (17).

Вычисления показали, что с увеличением возраста склона поднятия происходит смещение областей образовавшихся опусканий поверхности склона к подножию поднятия. Протяжённость областей понижения поверхности увеличивается со временем. Строение склона поднятия контролируется первоначальным расположением разломов между блоками склона поднятия и числом создавшихся блоков, которые в свою очередь задаются изменением вязкости у подошвы поднятия. В. В. Белоусов указывает, что возраст поднятия Кавказа может составлять ~ 10 млн лет [3]. Как можно видеть из рис. 6а, для времени $t = 7$ млн лет происходит образование структур типа возвышений (хребтов) на склоне поднятия. Наблюдается качественное соответствие результатов моделирования реальному профилю склона поднятия Северо-Западного Кавказа (рис. 6б). На профиле (рис. 6б) в окрестности осевой части поднятия проявлен Главный хребет. Далее к северу от него наблюдается рельеф, представленный поднятиями (хребтами), параллельными Главному хребту, чередующимися с областями понижения (депрессиями) склона поднятия [9]. Аналогичный характерный рельеф имеет место и для центральной части Кавказа [2].

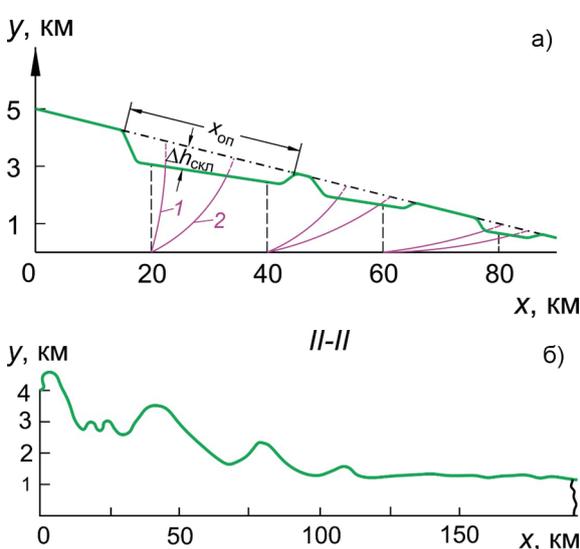


Рис. 6. Структура склона поднятия: а – схема склона поднятия для времени $t = 7$ млн лет; 1, 2 – профили скорости $v(y)$; б – рельеф склона поднятия северо-западного Кавказа (по [9], с изменениями) / **Fig. 6.** Uplift slope structure: а – scheme of the uplift slope for the time $t = 7$ Ma; 1, 2 – velocity profiles $v(y)$; б – uplift slope relief of the north-western Caucasus (according to [9], with modifications)

Выводы. Проведено исследование геодинамических процессов, протекающих в склонах поднятий поверхности, сформированных деятельностью мантийных плюмов малой мощности, создающихся на границе ядро-мантия. Литостатическое давление на основании поднятия уменьшается с удалением от оси главного хребта, и следовательно, в склоне поднятия существует горизонтальный градиент давления. При наличии горизонтального градиента давления в высоковязком склоне поднятия организуются горизонтальные течения. Скорость течения в склоне поднятия изменяется прямо пропорционально квадрату высоты склона h_x и обратно пропорционально его динамической вязкости.

Движущей силой, действующей на блок склона, находящийся в состоянии растяжения, является гравитационная сила, обусловленная горизонтальным градиентом давления в склоне. Разрыв течения склона поднятия (разрыв между блоками) образует-

ся, когда величина силы упругой деформации разрыва равна разности величин движущей силы и силы трения на подошве склона. Отношение движущей силы к силе упругой деформации разрыва является постоянным числом и составляет 4,7.

Процессы, происходящие в области раздвижения блоков склона поднятия, проанализированы с использованием данных лабораторного и теоретического моделирования истечения вязкой жидкости из прямоугольного сосуда. Как показали наши оценки, средняя скорость заполнения свободного объема намного больше средней скорости расхождения блоков. Основные закономерности формирования структуры склона поднятия определяются взаимосвязью процессов раздвижения и заполнения свободного пространства между блоками склона. Обнаружено качественное соответствие структуры склона поднятия, полученной при моделировании, профилю склона поднятия для северо-западной части Кавказа.

Список литературы

1. Асоян Д. С., Петрушина М. Н., Хаин В. Е. Большой Кавказ // Большая российская энциклопедия. Электронная версия. 2016. URL: <https://old.bigenc.ru/geography/text/1877178> (дата обращения: 31.10.2023). Текст: электронный.
2. Астамирова М. А.-М., Тайсумов М. А., Атаев З. В., Байбатырова Э. Р. Физико-географические условия формирования растительного покрова альпийского пояса высокогорных ландшафтов Центрального и Восточного Кавказа // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. 2021. Т. 15, № 2. С. 35–45. DOI: 10.31161/1995-0675-2021-15-2-35-45.
3. Белоусов В. В. Основы геотектоники. М.: Недра, 1989. 382 с.
4. Гурбанов А. Г., Богатиков О. А., Докучаев А. Я., Газеев В. М., Лексин А. Б., Ляшенко О. В. Транскавказское направление вулканизма: причина, следствия и эпитептермальная минерализация // Вестник Владикавказского научного центра. 2007. Т. 7, № 3. С. 25–44.
5. Лукк А. А., Шевченко В. И. Сейсмичность, тектоника и GPS-геодинамика Кавказа // Физика Земли. 2019. № 4. С. 99–123. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0002-33372019499-123>.
6. Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968. 483 с.
7. Несмеянов С. А., Воейкова О. А., Комаревская М. Н. Неоструктурное районирование Российской части Центрального сегмента мегасвода Большого Кавказа (опережающие исследования для инженерных изысканий) // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2023. № 1. С. 3–20. DOI: 10.31857/S0869780923010083.
8. Несмеянов С. А., Никитин М. Ю., Воейкова О. А., Комаревская М. Н. Неоструктурное районирование Российской части Казбекского сегмента мегасвода Большого Кавказа // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2023. № 3. С. 5–14. DOI: 10.31857/S0869780923030086.
9. Сафронов И. Н. Геоморфология Северного Кавказа. Ростов н/Д.: Изд-во Ростов. ун-та, 1969. 218 с.
10. Bergman S. C., Eldrett J. S., Minisini D. Phanerozoic large igneous province, petroleum system, and source rock links // Large igneous provinces: A driver of global environmental and biotic changes. Geophysical Monograph 255 / eds R. E. Ernst, A. J. Dickson, A. Bekker. Hoboken: Wiley, Washington: American Geophysical Union, 2020. P. 191–228. DOI: 10.1002/9781119507444.ch9.
11. Choudhuri M., Nemčok M. Mantle plumes and their effects. Cham: Springer, 2017. 137 p. DOI: 10.1007/978-3-319-44239-6.
12. Göğüş O. H. Geodynamic experiments suggest that mantle plume caused Late Permian Emeishan large igneous province in Southern China // International Geology Review. 2020. DOI: 10.1080/00206814.2020.1855602.
13. Heron P. J. Mantle plumes and mantle dynamics in the Wilson cycle // Fifty years of the Wilson cycle concept in plate tectonics / eds R. W. Wilson, G. A. Houseman, K. J. W. McCaffrey, A. G. Doré, S. J. H. Buiter. London: Geological Society Special Publications. 2019. Vol. 470. P. 87–103. DOI: 10.1144/sp470-2018-97.

14. Kirdyashkin A. A., Kirdyashkin A. G. Conditions for the formation of uplift by a plume that has not reached the surface // *Geotectonics*. 2022. Vol. 56, no. 6. P. 781–790. DOI: 10.1134/S0016852122060048.
15. Kirdyashkin A. G., Kirdyashkin A. A. Mantle thermochemical plumes and their influence on the formation of highlands // *Geotectonics*. 2015. Vol. 49, no. 4. P. 332–341. DOI: 10.1134/S0016852115040032.
16. Niu Y. On the cause of continental breakup: A simple analysis in terms of driving mechanisms of plate tectonics and mantle plumes // *Journal of Asian Earth Sciences*. 2020. Vol. 194. 104367. DOI: 10.1016/j.jseaes.2020.104367.
17. Schlichting H., Gersten K. *Boundary-layer theory*. Berlin; Heidelberg: Springer, 2017. 805 p.

References

1. Asoyan D. S., Petrushina M. N., Khain V. E. The Greater Caucasus. Great Russian Encyclopedia. Electronic version. 2016. Web. 31.10.2023. <https://old.bigenc.ru/geography/text/1877178>. (In Rus.).
2. Astamirova M. A.-M., Taysumov M. A., Ataev Z. V., Baybatyrova E. R. Physical and geographical conditions of vegetation cover formation in the Alpine belt of high mountain landscapes in the Central and Eastern Caucasus. *Dagestan State Pedagogical University Journal. Natural and Exact Sciences*, vol. 15, no. 2, pp. 35–45, 2021. DOI: 10.31161/1995-0675-2021-15-2-35-45. (In Rus.).
3. Belousov V. V. *Fundamentals of geotectonics*. Moscow: Nedra, 1989. (In Rus.).
4. Gurbanov A. G., Bogatkov O. A., Dokuchaev A. Ya., Gazeev V. M., Lexin A. B., Lyashenko O. V. Transcaucasian direction of volcanism: cause, consequences and epithermal mineralization. *Bulletin of Vladikavkaz Scientific Center*, vol. 7, no. 3, pp. 25–44, 2007. (In Rus.).
5. Lukk A. A., Shevchenko V. I. Seismicity, tectonics, and GPS geodynamics of the Caucasus. *Fizika Zemli*, no. 4, pp. 99–123, 2019. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0002-33372019499-123>. (In Rus.).
6. Milanovsky E. E. *Neotectonics of Caucasus*. Moscow: Nedra, 1968. (In Rus.).
7. Nesmeyanov S. A., Voeikova O. A., Komarevskaya M. N. Neostuctural zoning of the Russian part of the Greater Caucasus megavault, the Central segment (advanced studies for engineering survey). *Geocology. Engineering Geology. Hydrogeology. Geocryology*, no. 1, pp. 3–20, 2023. DOI: 10.31857/S0869780923010083. (In Rus.).
8. Nesmeyanov S. A., Nikitin M. Yu., Voeikova O. A., Komarevskaya M. N. Neostuctural zoning of the Russian part of the Kazbek segment of the Greater Caucasus megavault. *Geocology. Engineering Geology. Hydrogeology. Geocryology*, no. 3, pp. 5–14, 2023. DOI: 10.31857/S0869780923030086. (In Rus.).
9. Safronov I. N. *Geomorphology of the North Caucasus*. Rostov-on-Don: Rostov State University Publishing House, 1969. (In Rus.).
10. Bergman S. C., Eldrett J. S., Minisini D. Phanerozoic large igneous province, petroleum system, and source rock links. In: *Large igneous provinces: A driver of global environmental and biotic changes*. Geophysical Monograph 255. Eds R. E. Ernst, A. J. Dickson, A. Bekker. Hoboken: Wiley, Washington: American Geophysical Union, 2020. DOI: 10.1002/9781119507444.ch9. (In Eng.).
11. Choudhuri M., Nemčok M. *Mantle plumes and their effects*. Cham: Springer, 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-44239-6. (In Eng.).
12. Göğüş O. H. Geodynamic experiments suggest that mantle plume caused Late Permian Emeishan large igneous province in Southern China. *International Geology Review*, 2020. DOI: 10.1080/00206814.2020.1855602. (In Eng.).
13. Heron P. J. Mantle plumes and mantle dynamics in the Wilson cycle. In: *Fifty years of the Wilson cycle concept in plate tectonics*. Eds R. W. Wilson, G. A. Houseman, K. J. W. McCaffrey, A. G. Doré, S. J. H. Buiter. Vol. 470. London: Geological Society Special Publications. DOI: 10.1144/sp470-2018-97. (In Eng.).
14. Kirdyashkin A. A., Kirdyashkin A. G. Conditions for the formation of uplift by a plume that has not reached the surface. *Geotectonics*, vol. 56, no. 6, pp. 781–790, 2022. DOI: 10.1134/S0016852122060048. (In Eng.).
15. Kirdyashkin A. G., Kirdyashkin A. A. Mantle thermochemical plumes and their influence on the formation of highlands. *Geotectonics*, vol. 49, no. 4, pp. 332–341, 2015. DOI: 10.1134/S0016852115040032. (In Eng.).
16. Niu Y. On the cause of continental breakup: A simple analysis in terms of driving mechanisms of plate tectonics and mantle plumes. *Journal of Asian Earth Sciences*, vol. 194, 2020. DOI: 10.1016/j.jseaes.2020.104367. (In Eng.).
17. Schlichting H., Gersten K. *Boundary-layer theory*. Berlin; Heidelberg: Springer, 2017. (In Eng.).

Информация об авторах

Кирдяшкин Алексей Анатольевич, д-р геол.-минерал. наук, профессор РАН, зав. лабораторией физического и химического моделирования геологических процессов, Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия; aak@igm.nsc.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9873-4533>. Область научных интересов: лабораторное и теоретическое моделирование геодинамических процессов, тектонофизика, геотектоника.

Кирдяшкин Анатолий Григорьевич, д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физического и химического моделирования геологических процессов, заслуженный деятель науки РФ, лауреат Государственной премии РФ, Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-8398-7202>. Область научных интересов: лабораторное и теоретическое моделирование геологических процессов, сочетание геодинамического и петрологического моделирования, использование законов и методов теплофизики в задачах геодинамики, рост кристаллов.

Information about the authors

Kiriyashkin Aleksey A., doctor of geology and mineralogy sciences, professor, Russian Academy of Sciences, chief of the Laboratory of Physical and Chemical Modeling of Geological Processes, V. S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia; aak@igm.nsc.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9873-4533>. Research interests: laboratory and theoretical modeling of geodynamic processes, tectonophysics, geotectonics.

Kiriyashkin Anatoly G., doctor of technical sciences, leading researcher, Laboratory of Physical and Chemical Modeling of Geological Processes, honored scientist of the Russian Federation, State prize of the Russian Federation laureate, V. S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia; <https://orcid.org/000-0002-8398-7202>. Research interests: laboratory and theoretical modeling of geological processes, combination of geodynamic and petrologic modeling, application of principles and methods of thermophysics to geodynamic problems, crystal growth.

Вклад авторов в статью

А. А. Кирдяшкин – разработка идеи исследования, проведение экспериментального и теоретического моделирования, выполнение вычислений, обработка и анализ результатов, написание текста, формулировка выводов.

А. Г. Кирдяшкин – разработка идеи исследования, проведение экспериментального моделирования, консультации по теоретическому моделированию, анализ результатов исследования.

The authors' contribution to the article

A. A. Kiriyashkin – development of the research idea, conducting experimental and theoretical modeling, processing and analysis of the experimental results, performing calculations, writing the text, formulating conclusions.

A. G. Kiriyashkin – development of the research idea, experimental modeling, consultations on theoretical modeling, analysis of research results.

Для цитирования

Кирдяшкин А. А., Кирдяшкин А. Г. Склоны поднятий земной поверхности: структурное воздействие мантийных плюмов малой тепловой мощности // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 4. С. 8–18. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-8-18.

For citation

Kiriyashkin A. A., Kiriyashkin A. G. Slopes of Uplifts Of The Earth's Surface: Structural Impact of Mantle Plumes of Low Thermal Power // Transbaikal State University Journal. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 8–18. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-8-18.

Научная статья
 УДК 55, 537.226.1, 537.311
 DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-19-24

Особенности отклика природного пирита на импульсное электрическое воздействие

Николай Петрович Степанов¹, Геннадий Иванович Грабко²

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

¹np-stepanov@mail.ru, ²gigrabko@gmail.com

Информация о статье:

Статья поступила
 в редакцию 01.09.2023

Одобрена после
 рецензирования 09.11.2023

Принята к публикации
 13.11.2023

Ключевые слова:

природный пирит, импульс,
 электрическое поле,
 полярность импульсов,
 временные зависимости,
 удельное сопротивление,
 удельная проводимость,
 термогенератор,
 физические
 свойства пирита,
 термоэлектрическая
 эффективность

Как известно, одной из существенных экологических проблем, сопровождающих промышленную добычу золота, являются отвалы из сопутствующих пород золотоносных руд, в частности, пирита FeS_2 . В небольших количествах FeS_2 используется для изготовления серной кислоты, которая в свою очередь применяется в химической промышленности. Данный процесс также сопровождается появлением невостробованной остаточной породы – пиритового огарка. Всё это оказывает неблагоприятное воздействие на окружающую среду. Одним из путей решения данной проблемы может стать использование пирита и пиритового огарка в термоэлектрическом материаловедении. В связи с необходимостью поиска новых материалов для нужд термоэлектричества в последнее время внимание исследователей, работающих в этой области, привлекают сульфидные минералы и структуры на их основе. Они широко распространены в природе и, в частности, на месторождениях Забайкальского края; являются объектом промышленной добычи; общедоступные. Объектом исследования в данной работе является один из самых распространённых представителей этого класса веществ – природный пирит. Предмет исследования становятся деполяризационно-релаксационные свойства пирита – отклик на одиночный электрический импульс. Цель исследования. Проанализировать особенности изменения удельного сопротивления и состояния электронной системы FeS_2 , подвергающегося воздействию электрического поля. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: собрать установку для снятия временных зависимостей удельного сопротивления и удельной проводимости композитных структур на основе природного пирита; определить временные зависимости удельного сопротивления и удельной проводимости исследуемых составов; проанализировать полученные результаты с точки зрения теоретических представлений о релаксационных процессах под влиянием внешних факторов воздействия – циклических электрических импульсов; дать оценку практической значимости наблюдаемых эффектов и применимости их в области создания генераторов, преобразующих тепловую энергию в электрическую.

Благодарность: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-22-20055, <https://rscf.ru/project/22-22-20055>, при финансовой поддержке правительства Забайкальского края.

Original article

Features of the Natural Pyrite Response to Electrical Action Impulse

Nikolai P. Stepanov¹, Gennady I. Grabko²

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

¹np-stepanov@mail.ru, ²pathnutii@mail.ru

Information about the article:

Received 1 September, 2023

Approved after review
 9 November, 2023

Accepted for publication
 13 November, 2023

As you know, one of the significant environmental problems accompanying industrial gold mining is dumps made of associated rocks of gold-bearing ores, in particular, pyrite FeS_2 . FeS_2 is used in small quantities to make sulfuric acid, which in turn is used in the chemical industry. This process is also accompanied by the appearance of unclaimed residual rock – pyrite cinder. All of this has an adverse impact on the environment. One of the ways to solve this problem may be the use of pyrite and pyrite cinder in thermoelectric materials science. In connection with the need to search for new materials for the needs of thermoelectricity, the attention of research-

Keywords:

Natural pyrite, pulse, electric field, Pulse Polarity, time dependencies, resistivity, conductivity, thermo generator, physical properties of pyrite, thermoelectric efficiency

ers working in this field has recently been attracted by sulfide minerals and structures based on them. They are widely distributed in nature and, in particular, in the fields of the Transbaikal Territory; are the object of industrial mining; As a result, they are quite cheap. The object of the research is one of the most common representatives of this class of substances – natural pyrite. The subject of the research is the depolarization and relaxation properties of pyrite. The aim of the study is to analyze the features of the change in the resistivity of FeS₂ minerals after the end of exposure to single pulses. To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks: to assemble a device for removing the temporal dependencies of resistivity and specific conductivity of composite structures based on natural pyrite; to determine the time dependencies of resistivity and conductivity of the studied compositions; to analyze the results obtained from the point of view of theoretical ideas about relaxation processes under the influence of external factors of influence; cyclic electrical impulses; to assess the practical significance of the observed effects and their applicability in the field of creating generators that convert thermal energy into electrical energy.

Acknowledgment: The research was funded by Russian Science Foundation grant no. 22-22-20055, <https://rscf.ru/project/22-22-20055/> with financial support by Transbaikal region government.

Введение. Одной из экологических проблем, связанных с промышленной добычей стратегических природных ресурсов, в частности, золота и урана, являются отвалы сопутствующих пород, содержащие такие минералы, как пирит, пиритовый огарок, др. Одним из путей решения данной проблемы может стать использование последних в термоэлектрическом материаловедении, так как в настоящее время продолжает оставаться актуальной задача поиска новых полупроводников для использования в области термоэлектричества. С одной стороны, применение новых полупроводниковых природных материалов может сделать производство термоэлектрических приборов экономически более выгодным, а, с другой стороны, их специфические свойства могут способствовать созданию новой элементной базы электроники.

Актуальность. В последнее время в области экспериментальной физики наблюдается повышенный интерес к изучению термоэлектрических свойств различных полупроводниковых материалов [1–5], пирита [6; 7], моносulfида самария SmS [8; 9], sulfида самария легированного европием Eu [10], SmS нестехиометрического состава [11–13], тонкопленочных слоёв sulfида самария [14], многослойных структур на основе телурида свинца PbTe [15], что обусловлено практической значимостью исследований такого рода. Это связано с постоянно расширяющейся областью применения электроники в различных сферах деятельности человека и, в частности, в термоэлектрическом материаловедении. В свою очередь это требует поиска новых веществ, обладающих определёнными характеристиками, соответствующими тем или иным требованиям. Так, дан-

ные материалы должны удовлетворительно работать в циклических режимах нагревание-остывание, а также поляризация-деполяризация, что характерно для стандартного функционирования термогенераторов. Одними из таких соединений, на основе которых могут быть изготовлены дешёвые и экономичные преобразователи термической энергии в электрическую, являются sulfиды, представляющие собой бинарные соединения серы S с различными металлами.

Объект исследования. Самый распространённый представитель класса sulfидов – пирит FeS₂. В частности, этот минерал встречается на различных месторождениях Забайкальского края. В зависимости от места локализации пирит характеризуется либо *n*-, либо *p*-типом проводимости. Результаты предыдущих исследований природного FeS₂ [6; 7] свидетельствуют о наличии собственного внутреннего поля в объёмных и поверхностных слоях данного полупроводника.

Предмет исследования – деполяризационно-релаксационные свойства пирита, отклик на одиночные электрические импульсы.

Цель исследования. Проанализировать особенности изменения удельного сопротивления и состояния электронной системы FeS₂, подвергающегося воздействию электрического поля.

Задачи исследования: собрать установку для снятия временных зависимостей удельного сопротивления $\rho(t)$ и удельной проводимости $\sigma(t)$ композитных структур на основе природного пирита; определить временные зависимости удельного сопротивления $\rho(t)$ и удельной проводимости $\sigma(t)$ исследуемых составов; проанализировать полученные результаты с точки зрения теоре-

тических представлений о релаксационных процессах под влиянием внешних факторов воздействия – циклических электрических импульсов; дать оценку практической значимости наблюдаемых эффектов и применимости их в области создания генераторов, преобразующих тепловую энергию в электрическую.

Методология и методы исследования. С целью получения однородных образцов, минералы природного пирита предварительно измельчались до частиц с размером не более 500 мкм. Затем методом горячего прессования изготавливались образцы в виде параллелепипедов, к противоположным сторонам которых припрессовывались латунные пластинки толщиной 0,5 мм. В ходе эксперимента измерялись величины минимальных значений удельного сопротивления ρ_{\min} образцов в зависимости от порядка одиночного импульса. Импульсы напряжения подавались на контакты образцов от источника постоянного напряжения. Длительность импульсов составляла $\Delta t_{\text{имп}} \approx 10$ с, величина постоянного напряжения – $U = 100$ В. Сопротивление фиксировалось с помощью мультиметра АКТАКОМ АМВ 1084. Зависимости $\rho(t)$ фиксировались с помощью самописца. После каждого эксперимента образцы выдерживались в короткозамкнутом состоянии в течение времени не менее 1,5 ч.

Разработанность темы. Изучению релаксационных свойств полупроводниковой системы SmS посвящены работы [11; 12]. Полученные экспериментальные данные, связанные с изучением временных зависимостей параметров исследуемых материалов, интерпретировались в рамках модели, согласно которой образцы SmS обладают собственным электрическим полем, что необходимо учитывать при использовании данного полупроводника в термоэлектрическом материаловедении. Подобные свойства, наличие собственного поля, были обнаружены в ходе предварительного изучения пирита [6; 7].

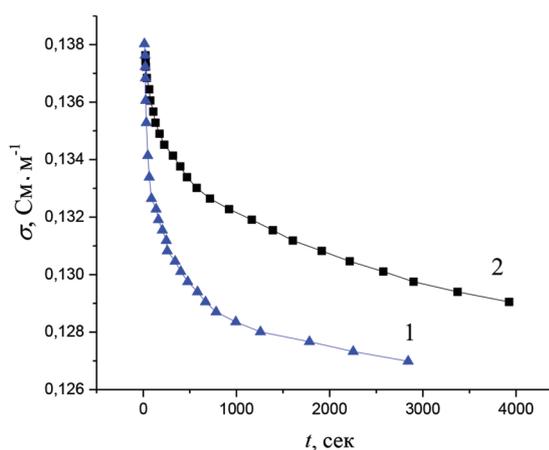
Результаты исследования. В ходе экспериментов, после окончания действия одиночных импульсов постоянного напряжения ($\Delta t_{\text{имп}} \approx 10$ с) фиксировалось резкое уменьшение величины удельного сопротивления ρ исследуемых образцов, длившееся в разных случаях в течение нескольких секунд. Минимальные значения данного параметра приведены в таблице. После чего происходило медленное увеличение ρ .

Зависимость минимальных значений удельного сопротивления ρ_{\min} от порядкового номера импульса / Dependence of the minimum resistivity values ρ_{\min} on the pulse sequence number

№ п/п / no. item	$r, \text{ Ом} \cdot \text{ м} / r, \text{ Ом} \cdot \text{ м}$	№ п/п / no. item	$r, \text{ Ом} \cdot \text{ м} / r, \text{ Ом} \cdot \text{ м}$
1	3,43	11	3,108
2	3,304	12	3,052
3	3,248	13	3,0352
4	3,22	14	2,898
5	3,255	15	2,982
6	3,178	16	2,912
7	3,192	17	2,884
8	3,136	18	2,964
9	3,164	19	2,964
10	3,15	20	2,968

Как следует из приведённых в таблице данных, наблюдается общая тенденция к уменьшению ρ_{\min} , хотя некоторые случаи характеризуются отклонением от данной закономерности. После восемнадцатого импульса значение исследуемого параметра стабилизировалось на отметке $\rho_{\min} \approx 2,964 - 2,968$ Ом·м.

В отличие от процесса уменьшения удельного сопротивления, длительность восстановления исходного значения этого параметра занимала значительно больше времени ($t > 1$ час). Для анализа долговременной составляющей деполяризационно-релаксационного процесса снимались кривые временной зависимости $\rho(t)$, на основе которых рассчитывались временные зависимости удельной проводимости $\sigma(t)$, представленные на рисунке.



Зависимости $\sigma(t)$, фиксированные после 4-го (1) и 19-го (2) импульсов постоянного напряжения, прикладываемого к образцам / Dependencies $\sigma(t)$ recorded after the 4th (1) and 19th (2) DC pulses applied to the specimens

Как следует из рисунка, величина σ с течением времени уменьшается по экспоненциальному закону

$$\sigma \sim \exp(-\Delta E/kT), \quad (1)$$

свидетельствующему о релаксационном процессе, происходящем в образцах, сопровождающимся актами рекомбинации свободных носителей заряда (далее – НЗ), которые, скорее всего, осуществляются за счёт ионов примеси, поставляющих НЗ в зону проводимости во время действия напряжения, что и обеспечивает релаксационную электропроводность после окончания действия импульсов. При этом следует отметить факт более быстрого спада первой кривой, снимавшейся после 4-го импульса. Уменьшение проводимости в данном случае от значения $\sigma \approx 0,139 \text{ см} \cdot \text{м}^{-1}$ до $0,129 \text{ см} \cdot \text{м}^{-1}$ происходит за $\Delta t_1 \approx 8$ мин. В то время как дальнейшее уменьшение до $\sigma \approx 0,127 \text{ см} \cdot \text{м}^{-1}$ реализуется за $\Delta t_2 \approx 42$ мин.

Параметры поляризационного процесса, а именно, время действия импульса $\Delta t_0 \approx 10$ с, амплитуда импульсного напряжения $U = 100$ В, сопротивление образца $R_{\min} \approx 230$ Ом позволяют вычислить количество тепла, выделившееся в образце при прохождении по нему импульса тока под воздействием импульса напряжения

$$Q = \Delta U^2 \times \Delta t_0 / R_{\min} \approx 435 \text{ Дж}. \quad (2)$$

Это даёт возможность на основании другого известного соотношения

$$Q = cm(T - T_0) = cm\Delta T, \quad (3)$$

где $c = 1,1 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$ – теплоёмкость пирита, взятая из литературных источников, масса

образца $m = 2,5$ г, T_0 и T – соответственно, начальная температура и температура после прохождения электрического импульса, оценить величину изменения температуры образца $\Delta T \approx 130$ К.

Подстановка полученных значений в (1) с учётом энергии активации примеси $\Delta E \approx 0,116 \text{ эВ}$, рассчитанной в [7] даёт удовлетворительное качественное совпадение с экспериментальными результатами, свидетельствуя об уменьшении количества теплоты при остывании экспериментальных образцов в процессе релаксации с одновременным убыванием величины проводимости от $\sigma \approx 0,139 \text{ см} \cdot \text{м}^{-1}$ до $0,129 \text{ см} \cdot \text{м}^{-1}$ происходит за $\Delta t_1 \approx 8$ мин.

Выводы. В ходе экспериментов по изучению особенностей отклика на воздействие одиночных электрических импульсов постоянного напряжения ($\Delta t_{\text{имп}} \approx 10$ с; $U = 100$ В) на экспериментальные образцы на основе природного пирита зафиксировано уменьшение величины минимального удельного сопротивления ρ_{\min} исследуемых материалов при увеличении количества импульсов до значения $\rho_{\min} \approx 2,968 \text{ Ом} \cdot \text{м}$. При том же режиме внешнего воздействия кривые временной зависимости удельной проводимости $\sigma(t)$ характеризовались уменьшением по экспоненциальному закону $\sigma \sim \exp(-\Delta E/kT)$ и общим ростом значений данного параметра при увеличении количества импульсов. Оценочный расчёт полученного количества теплоты при нагревании образцов при импульсном воздействии электрического поля, совпадает с количеством теплоты, выделяемом при релаксационном процессе.

Список литературы

1. Шелимова Л. Е., Константинов П. П., Карпинский О. Г., Авилов Е. С., Кретова М. А., Земсков В. С. Кристаллическая структура и термоэлектрические свойства смешанослойных халькогенидов гомологического ряда $n\text{GeTe } m\text{Bi}_2\text{Te}_3$ // Перспективные материалы. 2008. № 2. С. 34–36.
2. Лукьянов Л. Н., Кутасов В. А., Константинов П. П. Твердые растворы $n\text{-(Bi, Sb)}_2\text{(Te, Se, S)}_3$ для интервала температур 250–350 К. С. 52–56. URL: <https://journals.ioffe.ru/articles/viewPDF/44781> (дата обращения: 21.09.2023). Текст: электронный.
3. Редько Р. А., Родионов Н. А., Польшин В. И., Зотова О. В. Влияние легирования сплавов висмут-сурьма на термоэлектрическую добротность // Перспективные материалы. 2006. № 3. С. 100–102.
4. Палажченко В. И., Корниенко А. В. Оптимизация состава твердого раствора $\text{Pb}_1\text{-XSnXTe}$ для р-ветви термогенератора // Перспективные материалы: доклады VII Межгос. семинара. 2006. № 3. С. 153–155.
5. Гуриева Е. А., Прокофьев Л. В., Равич Ю. И. Электронномикроскопические и рентгенофазовые исследования монокристаллов висмута, легированного Te и Se // Перспективные материалы: доклады VII Межгос. семинара. 2006. № 3. С. 180–183.
6. Степанов Н. П., Грабко Г. И. Природный пирит n- и р-типа проводимости, как перспективный природный материал для создания преобразователей тепловой энергии в электрическую // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 9. С. 25–32.

7. Степанов Н. П., Грабко Г. И. Температурные зависимости электрических характеристик природного пирита FeS_2 р-типа проводимости в интервале 295–635 К // Письма в журнал технической физики. 2022. Т. 48, № 23. С. 26–29.
8. Казанин М. М., Каминский В. В., Соловьев С. М. Аномальная термоэдс в моносulfиде самария // Журнал технической физики. 2000. Т. 70, № 5. С. 136–138.
9. Каминский В. В., Соловьев С. М. Возникновение электродвижущей силы при изменении валентности ионов самария в процессе фазового перехода в монокристаллах SmS // Физика твердого тела. 2001. Т. 43, № 3. С. 423–426.
10. Каминский В. В., Казанин М. М., Клишин М. М., Соловьев С. М., Голубков А. В. Наблюдение термовольтаического эффекта в структурах на основе sulfида самария // Журнал технической физики. 2011. Т. 81, № 6. С. 150–152.
11. Каминский В. В., Молодых А. М., Полухин И. С., Соловьев С. М., Шуваев К. В. Термовольтаический эффект в SmS при деформации, создаваемой сферическим индентором // Письма в ЖТФ. 2014. Т. 40, № 6. С. 150–152.
12. Егоров В. М., Каминский В. В., Казанин М. М., Соловьев С. М., Голубков А. В. Исследование КПД преобразования тепловой энергии в электрическую за счет термовольтаического эффекта // Письма в ЖТФ. 2015. Т. 41, № 8. С. 50–54.
13. Улашкевич Ю. В., Каминский В. В., Романова М. В., Шаренкова Н. В. Исследование длинноволновых инфракрасных спектров отражения моно- и поликристаллов SmS в области гомогенности // Физика и техника полупроводников. 2018. Т. 52, № 2. С. 184–188.
14. Улашкевич Ю. В., Каминский В. В., Соловьев С. М., Шаренкова Н. В. Спектры пленок SmS в дальней и средней ИК областях // Физика и техника полупроводников. 2019. Т. 53, № 11. С. 1544–1546.
15. Каминский В. В., Соловьев С. М., Судак Н. М., Залданстанишвили М. И. Обнаружение термовольтаического эффекта в гетероструктуре на основе теллурида свинца // Письма в ЖТФ. 2020. Т. 46, № 1. С. 52–54.

References

1. Shelimova L. E., Konstantinov P. P., Karpinsky O. G., Avilov E. S., Kretova M. A., Zemskov V. S. Crystal structure and thermoelectric properties of mixed-layer chalcogenides of the homologous series $n\text{GeTe}m\text{Bi}_2\text{Te}_3$. *Perspective Materials*, no. 2, pp. 34–36, 2008. (In Rus.).
2. Lukyanov L. N., Kutasov V. A., Konstantinov P. P. Solid solutions of $n\text{-(Bi, Sb)}_2(\text{Te, Se, S})_3$ for the temperature range 250–350 K. P. 52–56. Web. 21.09.2023. <https://journals.ioffe.ru/articles/viewPDF/44781>. (In Rus.).
3. Redko R. A., Rodionov N. A., Polshin V. I., Zotova O. V. Influence of alloying of bismuth-antimony alloys on thermoelectric Q-factor. *Promising materials*, no. 3, pp. 100–102, 2006. (In Rus.).
4. Palazhchenko V. I., Kornienko A. V. Optimization of the composition of the $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$ solid solution for the p-branch of the thermogenerator. *Perspective materials: reports of the VII Interstate Seminar*, no. 3, pp. 153–155, 2006. (In Rus.).
5. Gurieva E. A., Prokofiev L. V., Ravich Yu. I. Electron microscopic and X-ray phase studies of single crystals of bismuth doped with Te and Se. *Perspective materials: reports of the VII International seminar*, no. 3, pp. 180–183, 2006. (In Rus.).
6. Stepanov N. P., Grabko G. I. Natural pyrite of n- and p-type is carried out as a promising natural material for the creation of heat energy converters into electrical. *Bulletin of the Transbaikalian State University*, vol. 28, no. 9, pp. 25–32, 2022. (In Rus.).
7. Stepanov N. P., Grabko G. I. Temperature dependences of electrical characteristics of natural pyrite FeS_2 of p-type conductivity in the range of 295–635 K. *Letters to the Journal of Technical Physics*, vol. 48, no. 23, pp. 26–29, 2022. (In Rus.).
8. Kazanin M. M., Kaminsky V. V., Solovyov S. M. Anomalous thermal EMF in samarium monosulfide. *Journal of Technical Physics*, vol. 70, no. 5, pp. 136–138, 2000. (In Rus.).
9. Kaminsky V. V., Soloviev S. M. The emergence of an electromotive force when the valence of samarium ions changes during a phase transition in SmS single crystals. *Solid State Physics*, vol. 43, no. 3, pp. 423–426, 2001. (In Rus.).
10. Kaminsky V. V., Kazanin M. M., Klishin M. M., Soloviev S. M., Golubkov A. V. Observation of the thermovoltic effect in structures based on samarium sulfide. *Journal of Technical Physics*, vol. 81, no. 6, pp. 150–152, 2011. (In Rus.).
11. Kaminsky V. V., Molodykh A. M., Polukhin I. S., Soloviev S. M., Shuvaev K. V. Thermovoltic effect in SmS under deformation created by a spherical indenter. *Letters in ZhTF*, vol. 40, no. 6, pp. 150–152, 2014. (In Rus.).
12. Egorov V. M., Kaminsky V. V., Kazanin M. M., Soloviev S. M., Golubkov A. V. Investigation of the efficiency of converting thermal energy into electrical energy due to the thermovoltic effect. *Letters in ZhTF*, vol. 41, no. 8, pp. 50–54, 2015. (In Rus.).

13. Ulashkevich Yu. V., Kaminsky V. V., Romanova M. V., Sharenkova N. V. Investigation of long-wave infrared reflection spectra of mono- and polycrystals of SmS in the field of homogeneity. *Physics and technology of semiconductors*, vol. 52, no. 2, pp. 184–188, 2018. (In Rus.).

14. Ulashkevich Yu. V., Kaminsky V. V., Soloviev S. M., Sharenkova N. V. Spectra of SmS films in the far and middle IR. *Physics and technology of semiconductors*, vol. 53, no. 11, pp. 1544–1546, 2019. (In Rus.).

15. Kaminsky V. V., Soloviev S. M., Sudak N. M., Zaldanstanishvili M. I. Detection of the thermovoltaic effect in a heterostructure based on lead telluride. *Letters in ZhTF*, vol. 46, no. 1, pp. 52–54, 2020. (In Rus.).

Информация об авторах

Степанов Николай Петрович, д-р физ.-мат. наук, профессор, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; np-stepanov@mail.ru. Область научных интересов: термоэлектричество, магнитные свойства Bi-Te.

Грабко Геннадий Иванович, канд. физ.-мат. наук, доцент, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; gigrabko@gmail.com. Область научных интересов: термоэлектричество, релаксационные свойства неупорядоченных полупроводников.

Information about the authors

Stepanov Nikolai P., doctor of physical and mathematical sciences, professor, Transbaikal State University, Chita, Russia; np-stepanov@mail.ru. Research interests: thermoelectricity, magnet features Bi-Te.

Grabko Gennady I., candidate of physical and mathematical sciences, assistant professor, Transbaikal State University, Chita, Russia; gigrabko@gmail.com. Research interests: thermoelectricity, relaxation features of the non-crystalline semiconductors.

Вклад авторов в статью

Н. П. Степанов – постановка задачи, обсуждение результатов.

Г. И. Грабко – эксперимент, обработка результатов, обсуждение.

The authors' contribution to the article

N. P. Stepanov – statement of the problem, discussion of the results.

G. I. Grabko – experiment, processing of results, discussion.

Для цитирования

Степанов Н. П., Грабко Г. И. Особенности отклика природного пирита на импульсное электрическое воздействие // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 4. С. 19–24. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-19-24.

For citation

Stepanov N. P., Grabko G. I. Features of the Natural Pyrite Response to Electrical Action Impulse // Transbaikal State University Journal. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 19–24. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-19-24.

Научная статья
УДК 55, 550.312
DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-25-32

Определение средней плотности пород промежуточного слоя способом наименьшей корреляции аномалии силы тяжести с рельефом местности (на примере Восточного Забайкалья)

Роман Викторович Груздев

Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия
roguzdev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1748-864X>

Информация о статье:

Статья поступила
в редакцию 04.03.2023

Одобрена после
рецензирования 27.10.2023

Принята к публикации
29.10.2023

Ключевые слова:

гравиразведка, поправка за промежуточный слой, плотность пород, аномалии силы тяжести, корреляция, рельеф местности, способ Нептлетона, редукции Буге, цифровые модели, моделирование

Определение плотности промежуточного слоя является необходимой процедурой при обработке и интерпретации гравиметрических данных. По мнению автора, изучение взаимосвязи между плотностью горных пород, рельефом и гравитационными аномалиями позволяет приблизиться к наиболее точному определению средней плотности горных пород промежуточного слоя. От выбранной методики подбора плотности промежуточного слоя зависит не только затраченное время на обработку материалов съёмки, но и качество геологической интерпретации. Поэтому поиск оптимальных алгоритмов определения средней плотности пород, слагающих промежуточный слой, представляет интерес для гравиразведки и является актуальным направлением в высокоточной съёмке. Объектом исследования выступают цифровые модели аномалии силы тяжести в редукции Буге, рассчитанные с разной плотностью промежуточного слоя. Предметом исследования – изучение закономерностей и корреляционных связей между аномалиями силы тяжести, вычисленных с разной плотностью и морфологией рельефа местности. Целью исследования является уточнение средней плотности пород промежуточного слоя в редукции Буге. В статье рассматриваются фактические материалы, полученные в ходе полевых высокоточных гравиразведочных работ на одном из геологоразведочных объектов Восточного Забайкалья. Описывается методика обработки гравиметрических данных при вычислении аномалии Буге в условном гравиметрическом уровне. Сопоставлены результаты вычисления аномалий силы тяжести с разной плотностью промежуточного слоя, приведена статистика, проанализированы их количественные показатели. Построены цифровые матрицы (гриды) расчётных параметров. Результаты исследования наглядно иллюстрированы. Степень проработанности исследования указывает на ряд нерешённых вопросов, которые в некоторой мере раскрыты автором в результате проведённых расчётов и анализа цифровых гридов, графиков и прочих данных, участвующих в вычислениях поправок за рельеф. Автором сделаны выводы и представлена рекомендация к применению методики определения средней плотности пород промежуточного слоя.

Original article

Determination of the Average Density of Rocks of the Intermediate Layer by the Method of the Least Correlation of the Gravity Anomaly with the Terrain (on the Example of Eastern Transbaikalia)

Roman V. Gruzdev

Transbaikal State University, Chita, Russia
roguzdev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1748-864X>

Information about the article:

Received 4 March, 2023

Approved after review
27 October, 2023

Accepted for publication
29 October, 2023

Determining the density of the intermediate layer is a necessary procedure when processing and interpreting gravimetric data. According to the author, studying the relationship between rock density, relief and gravity anomalies allows us to get closer to the most accurate determination of the average density of rocks in the intermediate layer. Not only the time spent processing survey materials, but also the quality of the geological interpretation depends on the chosen technique for selecting the density of the intermediate layer. Therefore, the search for optimal algorithms for determining the average density of rocks composing the intermediate layer is of interest for gravity

Keywords:

gravitational exploration, correction for intermediate layer, rock density, gravity anomalies, correlation, terrain, Nettleton method, reduction of Bouguer, digital models, modeling

exploration and is a relevant direction in high-precision surveying. The object of the study is digital models of anomalies of gravity in the Bug reduction, calculated with different density of the intermediate layer. The subject of the study is the research of patterns and correlation relationships between anomalies of gravity, calculated with different density and morphology of the terrain. The purpose of the study is to clarify the average density of the intermediate layer rocks in the Bug reduction. The article considers the actual materials obtained during high-precision field gravel exploration at one of the geological exploration facilities in Eastern Transbaikalia. The procedure for processing gravimetric data when calculating the Bug anomaly at a conditional gravimetric level is described. The results of calculating gravity anomalies with different density of the intermediate layer are compared, statistics is given, and their quantitative indicators are analyzed. Digital matrices (grids) of design parameters are built. The results of the study are clearly illustrated. The level of study elaboration indicates a number of unresolved issues that are somewhat revealed by the author as a result of the calculations and analysis of digital grids, graphs and other data involved in the calculations of terrain corrections. The author has made conclusions and presented a recommendation for the use of a method for determining the average density of intermediate layer rocks.

Введение. При вычислении аномалий силы тяжести нередко возникает вопрос об определении истинной или наиболее адекватной средней плотности пород, слагающих промежуточный слой. В редукции Буге поправка за промежуточный слой учитывает притяжение пород, заключенных между физической поверхностью измерения силы тяжести и уровнем моря в предположении, что этот слой состоит из пород постоянной плотности и является горизонтальным, бесконечным и плоскопараллельным. Поскольку реальное значение плотности пород промежуточного слоя, является неизвестным, то наиболее простым решением для её уточнения является подбор в некотором интервале, например, от 2,30–2,70 г/см³. Если эта плотность сильно уменьшена по сравнению со средней плотностью пород промежуточного слоя, то аномалии Буге имеют положительную корреляцию с поведением рельефа. При завышенном значении корреляция отрицательна. При «правильном» выборе плотности промежуточного слоя корреляция между аномалией Буге и рельефом местности не наблюдается. Это свойство аномалий Буге используется для определения плотности пород промежуточного слоя в способе Неттлетона. Кроме указанного способа, к статистическим методам определения плотности промежуточного слоя относятся способ обратных вероятностей, наибольшего правдоподобия и др. [1; 2; 9; 10; 13; 14]. К аналитическим методам относятся точечный и конечно-разностный [10]. К недостаткам указанных подходов следует отнести, то что вычисления чаще выполняются для одного или нескольких профилей в пределах конкретных аномалий силы тяжести, при этом одновременно

весь массив данных не анализируется. К самостоятельному направлению определения плотности пород, слагающих промежуточный слой, можно отнести методы 2D и 3D моделирования [6; 10]. Однако указанные методы для ручной обработки являются трудоёмкими, а при машинном подходе требуют наличие специализированных программ.

По мнению автора, одним из наиболее рациональных методов уточнения средней плотности пород, слагающих промежуточный слой, является исследование корреляционных связей между матрицами (гридами) рельефа местности и аномалиями силы тяжести, рассчитанными для набора исследуемых плотностей. При таком подходе исследование корреляционных связей происходит одновременно для всего массива гравиметрических данных.

Таким образом, уточнение плотности промежуточного слоя способом наименьшей корреляции между аномалиями силы тяжести и рельефом местности при обработке данных высокоточных гравиразведочных работ на геологоразведочных объектах Восточного Забайкалья является актуальной нвучной задачей. Представленный в работе алгоритм обработки является некоторым доработанным аналогом способа Неттлетона.

Актуальность данного исследования также обусловлена тем, что на основе фактического полевого материала гравиразведочных работ необходимо сделать расчёты, которые позволяют уточнить среднюю плотность промежуточного слоя для всей территории исследования на основе изучения корреляционных связей аномалии силы тяжести с рельефом местности. Кроме того, по мнению автора, полученные результаты позволят повысить

общую точность обработки материалов гравиразведочных работ. Также заслуживает внимания то, что данная методика вычислений может быть достаточно оперативной, для массива данных от 5–20 тыс. физических точек, на выполнение расчётов может уйти значительно меньше времени.

Объектом исследования выступают цифровые модели аномалий силы тяжести в редукции Буге, рассчитанные с разной плотностью промежуточного слоя. **Предмет исследования** – изучение закономерностей и корреляционных связей между аномалиями силы тяжести, вычисленных с разной плотностью и морфологией рельефа местности.

Целью данного исследования является уточнение средней плотности пород промежуточного слоя в редукции Буге.

Задачи исследования: 1) выполнить расчёт аномалий силы тяжести в редукции Буге для каждой исследуемой плотности; 2) сопоставить результаты расчётов аномалий силы тяжести каждой исследуемой плотности с формами рельефа местности; 3) показать корреляционные связи аномалий силы тяжести (с разной плотностью промежуточного слоя) с морфологией рельефа местности; 4) проанализировать результаты проведённого исследования; 5) привести рекомендации для определения плотности промежуточного слоя.

Методология данного исследования основана на практических и теоретических методах. В работе приведены данные полевых работ с высокоточными гравиметрами марок CG-5 и CG-6, выполненных согласно методическим указаниям инструкции по гравиразведке¹. Обработка гравиметрических материалов выполнена по традиционной методике в модуле Gravity (Geosoft Oasis Montaj™)², а также с учётом собственного опыта и наработок по данной теме [3; 4].

Полученные результаты определения плотности промежуточного слоя должным образом сопоставлены и проанализированы. Результаты исследования наглядно продемонстрированы на рисунках и в итоговых таблицах, что свидетельствует о достоверности проведенного исследования.

На сегодняшний день степень *проработанности исследования* указывает на ряд нерешённых вопросов [7; 10]. К таким отно-

сится то, что элементарно отсутствует строящая технология определения истинной плотности промежуточного слоя, а также не до конца изучен вопрос о значимости определения этой редукции с переменной плотностью. Использование истинных значений плотности промежуточного слоя, определяемого путём гидростатического взвешивания образцов пород или по результатам скважинных исследований, является затруднительным, а чаще невозможным ввиду отсутствия этих данных. Вместе с тем, дискуссия о необходимости введения поправки за промежуточный слой и его параметрах в гравиметрической литературе имеет длительную историю полную противоречивых точек зрения [5; 7–9; 15]. Поэтому исследования в этом направлении актуальны и вносят определённый вклад в разработку технологий, позволяющих повышать точность при учёте поправок в редукции Буге.

Материалы и методы исследования. В рамках программы геологоразведочных работ на 2022 г. на одном из объектов в Восточном Забайкалье проведены высокоточные гравиметрические исследования в масштабе 1:10 000. Участок работ расположен в низкорельефной местности с высотой над уровнем моря 700–1 100 м, рельеф сильно расчленён, большинство форм рельефа представлено комплексом долин, окруженных холмами с крутыми склонами до 30 °С с развитыми осыпными процессами. Территория расположена в таёжной зоне, 80 % которой покрыто древесной и кустарниковой растительностью. Площадь съёмки составила около 35 км².

Полевые измерения проведены высокоточными гравиметрами класса А, марок CG-5 и CG-6 [11; 12] по сети наблюдения 100×50 м в количестве около 6922 физических точек. Среднеквадратическая погрешность определения наблюдаемых значений аномалии силы тяжести ±0,015 мГал. Геодезическое сопровождение осуществлялось с помощью ГНСС-приёмников марки Topcon GR-5, в соответствии с инструкцией по развитию съёмочного обоснования с применением глобальных навигационных спутниковых систем³. Погрешность планового определения координат пунктов составила ±0,28 м, высотного положения ±0,045 м. Полный цикл обра-

³ Центральный научно-исследовательский институт геодезии, аэросъёмки и картографии: Инструкция по развитию съёмочного обоснования и съёмке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. – М., 2002. – 124 с. – URL: <https://www.np-ciz.ru/userfiles/02-262-02.pdf> (дата обращения: 21.06.2023). – Текст: электронный.

¹ Министерство геологии СССР: Инструкция по гравиразведке. – Л.: Недра, 1980. – 89 с.

² Whitehead N. Users Guide to the Oasis Montaj 7.2 program: a tutorial. – Canada, Toronto, 2012. – 104 p.

ботки результатов съёмки, в том числе учёт поправок за влияния рельефа местности, выполнен в программе Geosoft Oasis Montaj™. Алгоритм вычисления редукций Буге отмечен в публикациях автора [3; 4].

Краткая геологическая характеристика участка работ. Участок работ характеризуется сложным геологическим строением с широким распространением разновозрастных и различных по составу осадочных пород, и в меньшей степени магматических образований. Стратиграфический разрез площади представлен терригенно-осадочными отложениями нижнего и среднего палеозоя, осадочно-вулканогенными отложениями юры и рыхлыми осадками кайнозойского возраста. Интрузивные образования на территории работ слагают два интрузивных комплекса. К наиболее древним относятся габброиды ранней перми. В мезозойское время тектономагматическая активность на территории сопровождалась внедрением гранитоидов среднепоздней юры, завершающий этап активизации отмечен интенсивным внедрением даек гранит-порфиров и диоритовых-порфиритов.

Диаграмма распространения пород на участке работ и их объёмная масса, определённая путём гидростатического взвешивания образцов керна и штучного опробования, представлена на рис. 1.

Таким образом, на участке работ наблюдается дифференцированный по плотности геологический разрез, где наибольшее распространение имеют юрские отложения (около 46 %), представленные переслаиванием песчаников и алевролитов.

Определение плотности промежуточного слоя. Для вычисления средней плотности пород, слагающих промежуточный слой, автор предлагает использовать статистический способ исследования корреляционных связей некоторого набора матриц аномалий силы тяжести с матрицей рельефа местности. Данный подход аналогичен способу Неттлетона, однако в предложенном варианте обработки, изучение корреляционных связей выполняется не только по отдельно выбранным линиям профилей с сильно расчленённым рельефом, а по всему массиву данных (по градам).

Первичная обработка гравиметрических данных выполнена по традиционной методике. Аномалии силы тяжести в редукции Буге вычислялись с разной плотностью промежуточного слоя в интервале 2,30–2,70 т/м³

с шагом 0,05 т/м³, при этом поправка за рельеф рассчитывалась отдельно для каждой выбранной плотности. Далее вычислялась локальная составляющая аномалии силы тяжести, после выполнялся корреляционный анализ между набором локальных аномалий силы тяжести и рельефом местности. Для интервала с наименьшей корреляцией производится повторные вычисления через 0,01 т/м³. Все расчёты для плотностных наборов данных в интервале 2,30–2,70 т/м³ полностью идентичны, менялась только плотность промежуточного слоя.

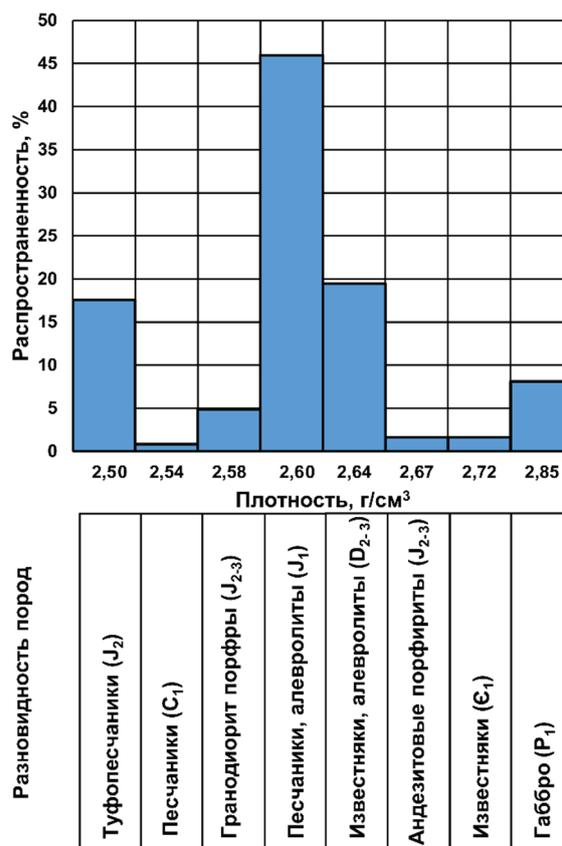


Рис. 1. Распространение пород на участке работ и их объёмная масса / Fig. 1. Distribution of rocks in the work area and their density

Полный цикл вычислений, включая поправку за рельеф, расчёт локальной составляющей аномалии силы тяжести и корреляционный анализ, производится с помощью программы Geosoft Oasis Montaj™.

Результаты исследования и их обсуждение. Компоновка из фрагментов участка съёмки, где показаны локальные аномалии силы тяжести для набора плотностей промежуточного слоя: 2,30; 2,35; 2,40; 2,45; 2,50; 2,55; 2,60; 2,65; 2,70 т/м³, проиллюстрирована на рис. 2.

Фрагмент участка гравиметрических работ имеет хорошо расчленённый рельеф, поэтому на рис. 2 наглядно демонстрируется, что при уменьшении плотности пород промежуточного слоя относительно средней плотности, локальные аномалии силы тяжести имеют положительную корреляцию с поведением рельефа местности. При завышенном значении плотности пород корреляция отрицательна. При правильном выборе плотности корреляция между аномалией Буге и поведением рельефа не наблюдается.

Наименьшая корреляция рельефа местности с локальной аномалией силы тяжести при подборе с шагом $0,05 \text{ т/м}^3$ составила

$2,60 \text{ т/м}^3$ ($rP=0,02$) (рис. 2 и 3). При детализации вычислений с шагом $0,01 \text{ т/м}^3$ составила $2,61 \text{ т/м}^3$ ($rP=0,00$).

Результаты расчётов хорошо коррелируются с распространённостью юрских осадочных пород (песчаников и алевролитов) на территории работ. Средневзвешенная плотность пород, учитывающая их распространённость на участке работ, составила $2,612 \text{ т/м}^3$.

Таким образом, средняя плотность пород, слагающих промежуточный слой при расчёте аномалии Буге, обладает наименьшей корреляцией с рельефом местности. Проведенное исследование подтверждает этот факт (рис. 2 и 3).

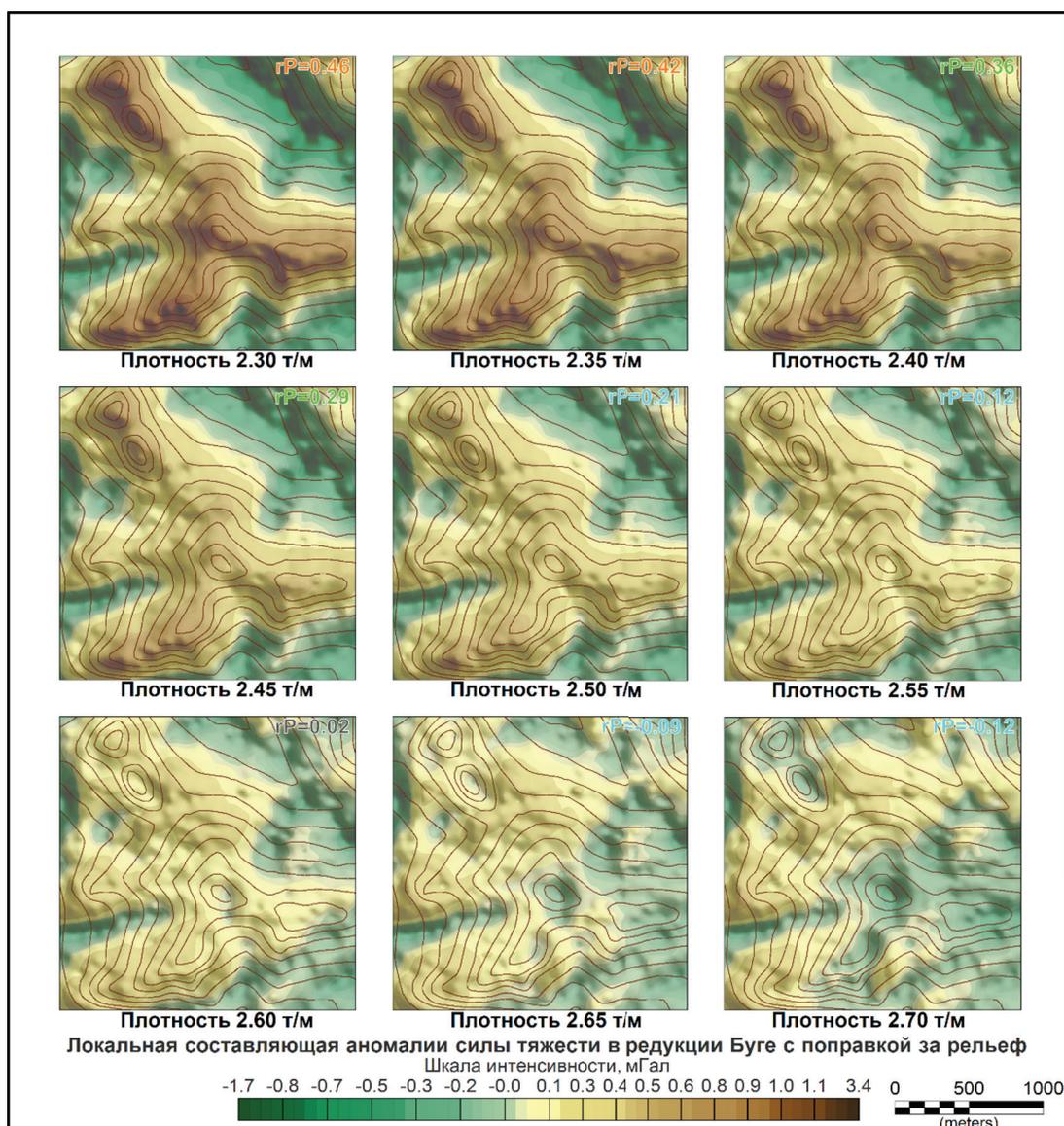


Рис. 2. Компонка из фрагментов аномалий силы тяжести, рассчитанных с разной плотностью промежуточного слоя / **Fig. 2.** Arrangement of fragments of gravity anomalies calculated with different density of the intermediate layer

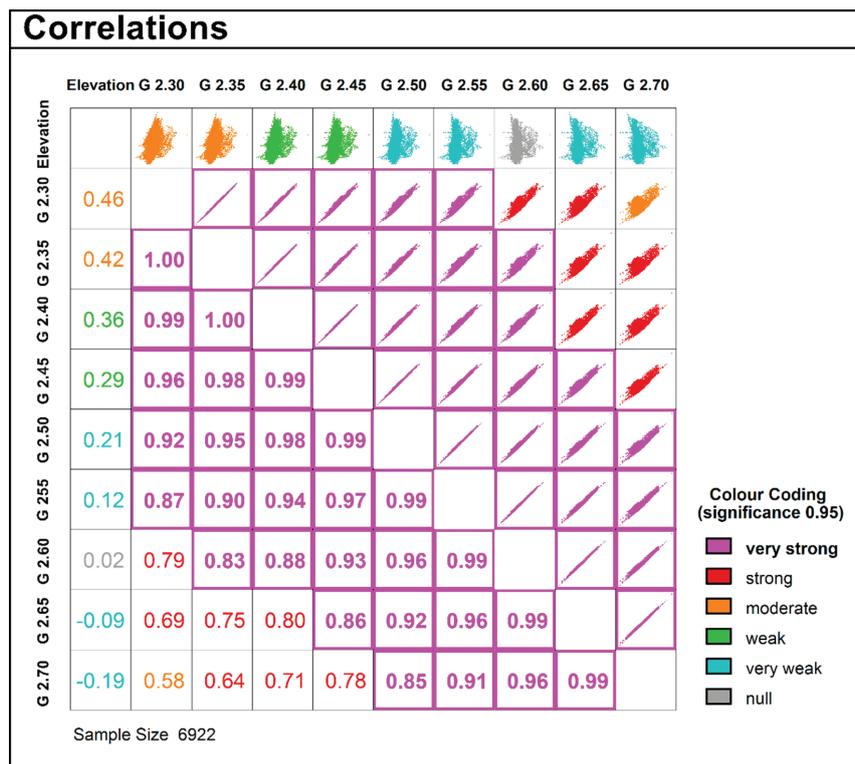


Рис. 3. Корреляции аномалий силы тяжести с рельефом местности /
Fig. 3. Correlations of gravity anomalies with terrain

Рассмотренный подход определения средней плотности промежуточного слоя способом наименьшей корреляции аномалии силы тяжести с рельефом местности, является оптимальным, технически пригодным и может быть использован для оперативной оценки плотностных характеристик, как отдельных участков съёмки, так и на всей территории гравиметрических работ.

Выводы и рекомендации. В редукции Буге для территорий с сильно расчленённым рельефом местности ярко выражено изменение аномалий силы тяжести в зависимости от плотности промежуточного слоя. При завышенной плотности пород, слагающих промежуточный слой, наблюдается отрицательная корреляция с рельефом местности, а при заниженной – положительная. Полученная средняя плотность пород $2,61 \text{ т/м}^3$, определённая способом наименьшей корреляции

аномалии силы тяжести с рельефом местности, хорошо коррелируется с известной плотностью наиболее распространённых пород на участке (песчаники и алевролиты, до 46 %).

Рассмотренный алгоритм является оперативным (все вычисления и расчёты заняли около двух рабочих дней), позволяет получить адекватные результаты, что положительно сказывается на дальнейшей геологической интерпретации.

При обработке материалов высокоточных гравиметрических работ, полученных в условиях сильно расчленённого рельефа местности, автор рекомендует применение алгоритма определения средней плотности пород промежуточного слоя способом наименьшей корреляции аномалии силы тяжести с рельефом местности. Алгоритм обработки рассмотрен в данной статье.

Список литературы

- Gabor P. Simultaneous determination of terrain correction and local average topographic density // Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica. 2009. No. 44. P. 191–202.
- Быков М. А. О способе учета влияния рельефа местности и промежуточного слоя на результаты гравиметрических измерений // Физика Земли. 1978. № 1. С. 116–119.
- Груздев Р. В., Рыльский И. А. Определение оптимальных параметров для вычисления поправок за рельеф на основе цифровых моделей рельефа местности (на примере Восточного Забайкалья) // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27, № 8. С. 12–25.

4. Груздев Р. В., Рылский И. А. Применение воздушных лидаров в высокоточной гравиразведке (на примере Восточного Забайкалья) // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 2. С. 6–18.
5. Груздев Р. В. Обработка аномалий силы тяжести на основе аппроксимаций поля методом наименьших квадратов (на примере Восточного Забайкалья) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2023. № 1. С. 44–49.
6. Долгаль А. С., Бычков С. Г., Антипин В. В. Повышение точности определения поправок за влияние рельефа при гравиметрической съемке // Геофизика. 2003. № 6. С. 44–50.
7. Каленицкий А. И. Еще раз о редуцированных проблемах гравиметрии // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2006. Т. 3, № 2. С. 130–143.
8. Каленицкий А. И. К проблеме повышения качества редуцирования гравитационного поля и его аномальной составляющей в геодезии и геодинاميке // Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий. 2005. № 10. С. 37–42.
9. Кульдеев Е. И. Новые способы определения плотности пород промежуточного слоя: труды международной конференции «Инженерное образование и наука в XXI веке», посвященной 70-летию КазНТУ имени К. И. Сатпаева: в 2 т. Алматы: Изд-во КазНТУ, 2004. Т. 1. С. 272–283.
10. Кульдеев Е. И. Разработка способов и методики определения плотности горных пород по значениям гравитационного поля: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 25.00.10. М., 2005. 23 с.
11. AGT Systems. Гравиметрический комплекс Autograv CG-5 компании Scintrex: руководство по эксплуатации. М., 2002. 248 с. URL: https://scintrextld.com/wp-content/uploads/2017/02/CG-5-Manual-Ver_8.pdf (дата обращения: 21.06.2023). Текст: электронный.
12. Autograv Automated Gravity Meter: operator manual. Canada, Ontario. 1998. 218 p. URL: <https://scintrextld.com/wp-content/uploads/2017/02/CG3-Manual.pdf> (дата обращения: 21.06.2023). Текст: электронный.
13. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки / гл. ред. В. И. Волчихин, А. М. Бершадский. Пенза: Пензенский государственный университет, 2016. № 4. 160 с.
14. Европейский конгресс ревматологов: X Европейский конгресс ревматологов, Москва, 26 июня – 2 июля 1983 г. М.: Тезисы докладов. 1983 г. URL: <https://emll.ru/request> (дата обращения: 21.06.2023). Текст: электронный.
15. Глобальный научный потенциал: научно-практический журнал. URL: https://kpfu.ru/staff_files/F1515151124/g_n_p_12_141__main.pdf (дата обращения: 21.07.2023). Текст: электронный.

References

1. Gabor P. Simultaneous determination of terrain correction and local average topographic density. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*, no. 44, pp. 191–202, 2009. (In Eng.).
2. Bykov M. A. On the method of taking into account the influence of terrain and intermediate layer on the results of gravimetric measurements. *Physics of the Earth*, no. 1, pp. 116–119, 1978. (In Rus.).
3. Gruzdev R. V., Rylsky I. A. Determination of optimal parameters for calculating terrain corrections based on digital terrain models (on the example of Eastern Transbaikalia). *Bulletin of the Transbaikalian State University*, vol. 27, no. 8, pp. 12–25, 2021. (In Rus.).
4. Gruzdev R. V., Rylsky I. A. The use of aerial lidars in high-precision gravity exploration (on the example of Eastern Transbaikalia). *Bulletin of the Transbaikalian State University*, vol. 28, no. 2, pp. 6–18, 2022. (In Rus.).
5. Gruzdev R. V. Processing of gravity anomalies based on field approximations by the least squares method (on the example of Eastern Transbaikalia). *Geology and mineral resources of Siberia*, no. 1, pp. 44–49, 2023. (In Rus.).
6. Dolgal A. S., Bychkov S. G., Antipin V. V. Improving the accuracy of determining corrections for the influence of relief during gravimetric survey. *Geophysics*, no. 6, pp. 44–50, 2003. (In Rus.).
7. Kalenitsky A. I. Once again about the reduction problems of gravimetry. *In-terexpo Geo-Siberia*, vol. 3, no. 2, pp. 130–143, 2006. (In Rus.).
8. Kalenitsky A. I. On the problem of improving the quality of the reduction of the gravitational field and its anomalous component in geodesy and geodynamics. *Bulletin of the SSGA*, no. 10, pp. 37–42, 2005. (In Rus.).
9. Kuldeev E. I. New ways of determining the density of rocks of the intermediate layer. *Proceedings of the international conference “Engineering Education and Science in the XXI century” dedicated to the 70th anniversary of KazNTU named after K. I. Satpayev*. Almaty: KazNTU Publ. House. 2004. Vol. 1. (In Rus.).
10. Kuldeev E. I. Development of methods and techniques for determining the density of rocks by the values of the gravitational field: abstract diss. ... cfn. tech. scien., 25.00.10. M., 2005. (In Rus.).
11. AGT Systems. Gravimetric complex Autograv CG-5 of Scintrex company: operating manual: trans. from eng. M., 2002. Web. 21.06.2023. https://scintrextld.com/wp-content/uploads/2017/02/CG-5-Manual-Ver_8.pdf. (In Eng.).
12. Autograv Automated Gravity Meter: operator manual. Canada, Ontario. 1998. Web. 21.06.2023. <https://scintrextld.com/wp-content/uploads/2017/02/CG3-Manual.pdf>. (In Eng.).

13. News of higher educational institutions. Volga region. Technical sciences. ed. in-chief V. I. Volchikhin, A. M. Bershadsky. Penza: Penza State University, 2016. (In Rus.).
14. European Congress of Rheumatologists: X European Congress of Rheumatologists, Moscow, June 26 – July 2, 1983, Moscow: Abstracts of reports. 1983. Web. 21.06.2023. <https://emll.ru/request>. (In Rus.).
15. Global scientific potential: a scientific and practical journal. Web. 21.07.2023. https://kpfu.ru/staff_files/F1515151124/g_n_p_12_141__main.pdf. (In Rus.).

Информация об авторе

Груздев Роман Викторович, канд. геол.-минерал. наук, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; roguzdev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1748-864X>. Область научных интересов: геология, геофизика.

Information about the author

Gruzdev Roman V., candidate of geological and mineralogical sciences, Transbaikalian State University, Chita, Russia; roguzdev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1748-864X>. Research interests: geology, geophysics.

Для цитирования

Груздев Р. В. Определение средней плотности пород промежуточного слоя способом наименьшей корреляции аномалии силы тяжести с рельефом местности (на примере Восточного Забайкалья) // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 4. С. 25–32. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-25-32.

For citation

Gruzdev R. V. Determination of the average density of rocks of the intermediate layer by the method of the least correlation of the gravity anomaly with the terrain (on the example of Eastern Transbaikalia) // Transbaikalian State University Journal. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 25–32. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-25-32.

Научная статья

УДК 911.5/.9

DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-33-43

Оценка готовности особо охраняемых природных территорий Забайкальского края к неблагоприятно изменяющемуся характеру соседства (в условиях хозяйственного освоения региона)

Александр Николаевич Новиков¹, Андрей Андреевич Биксалеев²

¹Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия,

²Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения
Российской академии наук, г. Чита, Россия

¹geonov77@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7086-6278>,

²zabaikal_coleoptera@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6435-0438>

Информация о статье:

Статья поступила
в редакцию 07.09.2023

Одобрена после
рецензирования 03.11.2023

Принята к публикации
07.11.2023

Ключевые слова:

буферность, география,
геоэкология, границы,
заповедники, охрана,
планирование, сети,
соседство, форма

В процессе хозяйственного освоения регионов изменяется характер соседства особо охраняемых природных территорий. Промышленные и селитебные территории расширяют свои границы, продвигая их к границам заповедников. Цель исследований – оценить готовность особо охраняемых природных территорий Забайкальского края к неблагоприятно изменяющемуся характеру соседства с позиций отечественной и зарубежной практики пространственного планирования. Методология исследования строится на сочетании трёх концепций: оптимальной формы заповедных территорий, поляризованного ландшафта Б. Б. Родомана и постнеклассической науки В. С. Стёпина. Отечественные (Л. И. Милкина) и зарубежные (Джаред М. Даймонд, Маргарет Гейм) географы считают, что наиболее оптимальной для заповедных территорий является форма близкая к форме круга. Круг – это геометрическая фигура, по сравнению со всеми другими геометрическими фигурами, с минимальным периметром при максимальной площади. Для заповедных территорий данный факт имеет большое значение: чем меньше периметр – граница, тем меньше вероятность проникновения внешних угроз. Авторы адаптировали методику расчётов идеальной формы заповедных территорий Л. И. Милкиной к оценке их готовности к новому соседству с промышленными и урбанизированными территориями: при круглой форме – идеальная готовность; при близкой к квадрату форме – допустимая готовность; в случае формы удлинённого прямоугольника – уязвимая готовность; при ленточной форме – полная неготовность. В реальности форма заповедных территорий далека от круглой. Образованные вдали от промышленных объектов заповедные территории окружены поясом естественных ландшафтов. Границы таких территорий проводили по орографическим и гидрографическим объектам, и форма получалась далёкой от круга. При этом подразумевалось, что существует пояс внешних буферных территорий. Что эти буферные территории исчезнут и будут освоены промышленностью и сельским хозяйством, заселены людьми – не планировалось. В Забайкальском крае практически все заповедные территории демонстрируют свою неготовность к изменению характера соседства.

Благодарность: Статья выполнена в рамках государственного задания по проекту № FUFР-2021-001 «Механизмы обеспечения экономической устойчивости и экологической безопасности в новой модели развития регионов Востока РФ в условиях трансграничных отношений и глобальных вызовов 21 в.».

Original article

Assessment of the Readiness of Specially Protected Natural Areas of the Transbaikal Territory to the Adversely Changing Nature of the Neighborhood (in the Context of the Economic Development of the Region)

Alexander N. Novikov¹, Andrey A. Biksaleev²

¹*Transbaikal State University, Chita, Russia,*

²*Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Chita, Russia*

¹geonov77@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7086-6278>,

²zabaikal_coleoptera@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6435-0438>

Information about the article:

Received 7 September, 2023

Approved after review
3 November, 2023

Accepted for publication
7 November, 2023

Keywords:

borders, buffering, form, geoecology, geography, nature reserves, neighborhood, networks, planning, protection

In the process of economic development of regions, the nature of the neighborhood of specially protected natural areas changes. Industrial and residential areas are expanding their boundaries, moving them towards the borders of nature reserves. The purpose of the research is to assess the readiness of specially protected natural areas of the Transbaikal Territory to the unfavorably changing nature of the neighborhood from the standpoint of domestic and foreign spatial planning practice. The research methodology is based on a combination of three concepts: optimal form of protected areas, polarized landscape of B. B. Rodoman and post-non-classical science V. S. Stepina. Domestic (L. I. Milkina) and foreign (Jared M. Diamond, Margaret Game) geographers believe that the most optimal shape for protected areas is a shape close to the shape of a circle. A circle is a geometric figure, compared to all other geometric figures, with a minimum perimeter and a maximum area. For protected areas, this fact is of great importance: the smaller the perimeter – the border, the less likely it is for external threats to penetrate. The authors have adapted the methodology for calculating the ideal form of protected areas by L. I. Milkina to assess their readiness for a new neighborhood with industrial and urban areas: with a round shape – ideal readiness; with a shape close to a square – acceptable readiness; in the case of an elongated rectangle shape – vulnerable readiness; with a ribbon form – complete unpreparedness. In reality, the shape of protected areas is far from round. The protected areas formed far from industrial facilities are surrounded by a belt of natural landscapes. The boundaries of such territories are drawn according to orographic and hydrographic objects, and the shape turned out to be far from a circle. It has been proved that there is a belt of external buffer territories. These buffer territories could disappear and be developed by industry and agriculture, populated by people; such a scenario has not been planned. Almost all protected areas demonstrate their unpreparedness for changing the nature of the neighborhood in the Transbaikal region.

Acknowledgment: *The article was made within the framework of the state assignment under project No. FUFRR-2021-001 "Mechanisms for ensuring economic sustainability and environmental security in a new model for the development of the regions of the East of the Russian Federation in the context of cross-border relations and global challenges of the 21st century".*

Введение. Возрастающее антропогенное воздействие на природу, экологический ущерб привели к фрагментации популяций диких животных и растений [10; 16], а заповедники России превратились в «островки» их местообитаний. Традиционного подхода, который фокусируется на одном и изолированном природном заповеднике, недостаточно для защиты биоразнообразия. Экологические процессы и компоненты биоразнообразия должны быть защищены в широком временном и пространственном масштабе, и поэтому должна быть создана целая природоохранная сеть [9, с. 64].

Хозяйственное освоение регионов усиливает антропогенное воздействие на «остров-

ки» местообитаний. Многие проекты реализуются в близком соседстве с особо охраняемыми природными территориями (далее – ООПТ), сокращая буферные зоны из естественных ландшафтов. В иных случаях ООПТ возникают как реакция на интенсивное освоение прямо рядом с трассами и базами этого процесса. Как эти вещи объясняет теория пространственного (территориального) планирования? Как оценить готовность ООПТ к неблагоприятно изменяющемуся характеру соседства? Теория и практика пространственного (территориального) планирования развиваются в диалектическом взаимодействии. Появление новых теорий

всегда опирается на практические наработки. Размещение новых ООПТ это не локальное явление, призванное обеспечить охрану конкретных видов растений или животных заданных местностей, а региональное, так как вписывается в схему размещения других ООПТ, с которыми образует единую сеть. Отдельные ООПТ связываются в единую сеть с помощью зелёных коридоров. Изучение сетей ООПТ: векторов; конфигурационных типов, корреляции с транспортно-расселенческими сетями; всё это входит в круг изучения геоэкологии, как географической науки.

Объект исследования – особо охраняемые природные территории Забайкальского края, а **предмет** – их готовность к неблагоприятно изменяющемуся характеру соседства с промышленными и селитебными территориями.

Цель исследования – оценить готовность ООПТ Забайкальского края к неблагоприятно изменяющемуся характеру соседства с позиций отечественной и зарубежной практики пространственного планирования.

Задачи исследования: 1) рассмотреть фундаментальные представления об идеальных формах и идеальных сетях ООПТ; 2) выявить различия в опыте отечественного и зарубежного пространственного планирования ООПТ форм и сетей ООПТ; 3) адаптировать имеющиеся методики определения идеальной формы ООПТ для оценки их готовности к неблагоприятно изменяющемуся характеру соседства; 4) провести оценку готовности к неблагоприятно изменяющемуся характеру соседства ООПТ Забайкальского края.

Методология исследования. Методология исследования строится на сочетании нескольких концепций: оптимальной форме ООПТ; поляризованном ландшафте Б. Б. Родомана [5; 6]; бассейновом подходе [2; 3; 8] и постнеклассической науке В. С. Стёпина [7].

Вопрос оптимальности формы ООПТ рассмотрен, как в отечественной, так и зарубежной науке. Причём исследования начаты практически синхронно в 1975 г.

В 1975 г. вышла статья Л. И. Милкиной [4], логика рассуждения которой, при определении оптимальности формы, сводится к тому, что круглая форма наиболее предпочтительна для ООПТ. Круг – это геометрическая фигура, по сравнению со всеми другими геометрическими фигурами с минимальным периметром при максимальной площади. Для ООПТ данный факт имеет большое значение: чем меньше периметр – граница, тем меньше

вероятность проникновения внешних угроз, то есть риск нарушения равновесия природных систем. Кроме того, круг даёт возможность организации глубинных, то есть максимально удалённых от границ участков для особо ценных ареалов растений и животных.

Для оценки формы ООПТ Л. И. Милкиной была предложена формула по расчёту индекса формы участка

$$D = \frac{P}{2\sqrt{\pi \cdot A}}$$

где D – индекс формы участка; P – периметр участка; $\pi = 3,14$; A – площадь участка, км². Расчёты показывают, что при круглой форме D = 1,0; при близкой к квадрату форме D = 1,2; в случае формы удлинённого прямоугольника D = 1,64; при ленточной форме D = 1,96, а при форме с большой протяжённостью границ эта величина возрастает в несколько раз.

В 1975 г. Джаред М. Даймонд (Jared M. Diamond) [14] предложил принципы геометрического проектирования, позволяющие оптимизировать функцию заповедников по сохранению видов, где он также склонился к округлой форме как наиболее оптимальной.

В 1980 г. Маргарет Гейм (Margaret Game) [12] в журнале "Natute" опубликовала статью «Лучшая форма для заповедников», где развила идеи Джареда М. Даймонда [14].

Исследуя вопросы управления заповедниками, Джастин С. Уильямса (Justin C. Williamsa), Чарльз С. РеВеллеа (Charles S. ReVellea), Саймон А. (Simon A.) в статье «Пространственные атрибуты и резервные модели проектирования: обзор» [15] рассмотрели ряд атрибутов заповедников: местоположение, форма, протяжённость и др. Указанные исследователи также опирались на разработки Джареда М. Даймонда [14].

Результаты исследования. Классические модели: трансформация в эпоху постнеклассической науки. С внедрением в науковедение концепции постнеклассической науки С. В. Стёпина [7] многие процессы в её отдельных группах и отраслях стали объясняться с позиций смены трёх этапов: классического, неклассического и, собственно, постнеклассического (современного). Географическая экология (геоэкология), как и вся географическая наука, прошла два первых этапа развития, достигнув третий – постнеклассический. Обозначим в отношении изучения форм и сетей ООПТ эти переломные этапы.

В классический этап своего развития наука генерировала множество представлений

об объектах своего изучения в виде идеальных моделей. В географических науках создано множество идеальных моделей в виде представлений, которыми мы пользуемся в настоящее время. Например, представление о форме Земли, когда люди проецируют все неровности планеты на её воображаемую поверхность. Данная идеальная модель не нуждается в разьяснении. Функция идеальной модели – отражение неидеальной действительности, а точнее наиболее значимых её сторон, в виде идеализированных форм. В отношении Земли ситуация понятна: форма идеализируется до шара приплюснутого с полюсов. В геоэкологии в отношении форм ООПТ и их сетей, географическая наука тоже выработала представление об идеальных их формах и их сетях. Такой идеальной моделью можно назвать представление о поляризованном ландшафте Б. Б. Родомана [5; 6], которая выстроена на основе другой идеальной модели – решётках В. Кристаллера (W. Christaller) [11]. Естественно, что найти на поверхности Земли шестиугольные решётки (соты) системы расселения Кристаллера,

заполненные площадными темами (типами территорий с различными ограничениями в природопользовании) Б. Б. Родомана, практически невозможно. Однако они дают представление об идеальной пространственной организации природы и общества на равнине, которая не испытала влияния ни орографического, ни гидрографического фактора.

В период неклассической науки в зону рефлексии наряду с объектом исследования включены и методы. В географии появился метод дистанционного исследования Земли со спутников. Появилась возможность точного определения форм, площадей и периметров ООПТ. Он показал, что реальные формы стали не просто отклоняться от идеальных окружностей (рис. 1а), о чём стало известно до появления точных дистанционных методов изучения, они стали приобретать другие идеальные формы – прямоугольников (рис. 1б). Последний факт не опровергает идею об округлых формах ООПТ как идеальных, а говорит об альтернативности – относительности знания, которая является атрибутом постнеклассической науки.

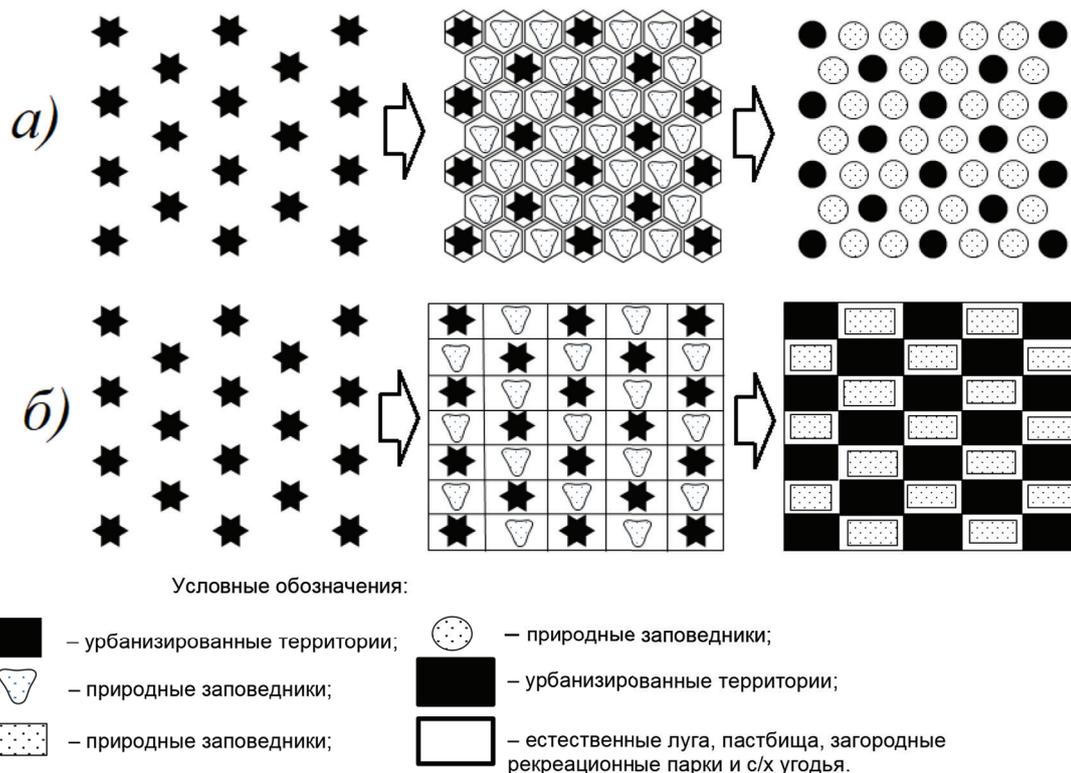


Рис. 1. Идеальная и реальная (альтернативная) трансформация модели Б. Б. Родомана, идей Джаред М. Даймонда (Jared M. Diamond) и Л. И. Милкиной (автор рисунка А. А. Биксалеев) / **Fig.1.** Ideal and real (alternative) transformation of B. B. Rodoman model, the ideas of Jared M. Diamond and L. I. Milkina (author of the drawing A. A. Biksaleev)

В любом из двух случаев, как в отношении округлых ООПТ, так и четырёхугольных, мы наблюдаем явление полирядности.

Представленные модели демонстрируют альтернативность форм ООПТ при максимальной плотности ООПТ и крайней поляризации ландшафта. При слабой поляризации, когда между ООПТ и урбанизированной территорией располагаются обширные пространства буферных зон в виде сельскохозяйственных, рекреационных и природных (неосвоенных) пространств, форма ООПТ обусловлена природными факторами: орографией и гидрографией. По мере хозяйственного освоения такая буферная зона как природные (неосвоенные) пространства становятся меньше по площади. ООПТ начинает испытывать повышенное антропогенное давление на свои границы (рис. 1б). Соседней для ООПТ становится рекреационная зона, а в отдельных случаях и сельскохозяйственная. В данном случае важно принимать в расчёт способ развёртывания сетей. Можно выделить два способа. Первый – традиционный способ, где вектор хозяйственного освоения имеет традиционную нарастающую интенсивность в своём направлении и ориентирован на достижение границ уже существующей, то есть созданной ранее ООПТ. В этом случае форма ООПТ уже узаконена и пересмотру не подлежит. Однако ООПТ неизбежно придётся изменять внутреннее функциональное зонирование, так как характер соседства становится более жёстким, исчезают внешние буферные зоны, и появляется необходимость в создании внутренних.

Второй способ характерен для высокоинтенсивного освоения, когда оно не имеет чёткого главного вектора, а базы освоения возникают непоследовательно и не демонстрируют географическое направление развёртывания сети. Базы в этом случае «десантируются»: они имеют вокруг себя короткие векторы освоения. Высокая плотность баз ставит проблему охраны природы. Между базами планируются и разбиваются ООПТ. Поляризация ландшафта происходит стремительно. В этом случае возникает квадратно-гнездовая организация.

Первый сценарий эволюционный и учитывает физико-географические факторы, а второй революционный – он их игнорирует. Первый сценарий отражает отечественный опыт хозяйственного и заповедного видов освоения, а второй зарубежного. Отечественный сценарий подразумевает сохранение

обширных буферных зон между урбанизированными территориями и ООПТ, поэтому рядность расположения элементов практически не выражена, а зарубежный сокращает до минимума расстояние между полярными территориями. Это разные типы пространственного планирования и освоения территории. Они видны на картах в конфигурациях границ. Сложные и очень извилистые границы ООПТ Российской Федерации и проведённые по параллелям и меридианам границы в США.

Группа американских исследователей (Лакмали Вирасена (Lakmali Weerasena), Дуглас Шир (Douglas Shier), Дэвид Тонкин (David Tonkin), Марк Макфитерс (Mark McFeaters) и Кристофер Коллинз (Christopher Collins)) в статье «Последовательный подход к проектированию заповедника с учетом компактности и смежности» [18] демонстрируют алгоритм создания сетей ООПТ, который состоит из нескольких шагов. Первый шаг – идентификация компактных кластеров ООПТ. Второй шаг выражается в проектировании коридоров, связывающих эти кластеры. Третий шаг – необходимая корректировка исходных кластеров для достижения осуществимого решения, учитывающего бюджетные ограничения.

Проблема отечественного пространственного планирования заключается в том, что ООПТ, имеющие значительное отклонение от круглой формы, при «истончении» внешних буферных территорий оказываются в уязвимом положении, так как у них нет необходимой стратегической глубины и большой периметр (граница) взаимоотношения с соседними урбанизированными территориями.

В Китае изначально задумываются об оптимизации отношений ООПТ с окружающими их территориями и разрабатывают схему концентрических кругов. Китайские природные заповедники проектируются совместно с окружающими их соседними территориями. Вместе это выглядит как ряд функциональных зон, а именно: основная зона, буферная зона и экспериментальная зона. Основная зона предназначена для защиты природных экосистем, состоящих из исчезающих видов, она окружена буферной зоной, которая ограждает от возможного (отрицательного) внешнего влияния. Экспериментальная зона, окружающая буферную зону, обеспечивает развитие человека. Эти модели зонирования разработаны для того, чтобы подчеркнуть координацию разнообразия видов и среды

обитания, одновременно содействуя гармонии развития человека с дикой природой [16]. Само название внешней для заповедника зоны («экспериментальная») говорит о поиске оптимального соседства.

В Монголии также большое внимание уделяют буферным зонам вокруг ООПТ. Сравнивая системы ООПТ Сибири и Монголии, Т. П. Калихман и С. Энх-Амгалан [1] отмечают, что в России охранные зоны вокруг ООПТ предусмотрены только для заповедников, национальных парков, природных парков и памятников природы, а в Монголии принят специальный закон о буферных зонах ООПТ. Они могут быть созданы вокруг любых ООПТ, причём для совместного управления представителями всех землепользователей создаётся специальный совет буферной зоны и фонд для её финансирования.

Используя формулу Л. И. Милкиной [4], можно оценить готовность ООПТ к новому соседству с урбанизированными территориями: при круглой форме ($D = 0$ до $1,0$) – идеальная готовность; при близкой к квадрату форме ($D = 1,1$ – $1,2$) – допустимая готовность; в случае формы удлиненного прямоугольника ($D = 1,3$ – $1,6$) – уязвимая готовность; при

ленточной форме ($D = 1,7$ – 2) – полная неготовность.

Рядность пространственной организации природы и общества в Забайкальском крае обусловлена рельефом: горные хребты имеют преимущественное простираение с юго-запада на северо-восток. Большая часть границ муниципальных районов и округов проведена по водораздельным хребтам. Нумерацию районов и округов можно провести, подчеркнув рядность организации (рис. 2).

Для усиления восприятия эффекта рядности воспользуемся методом анаморфоз или дисторсий, когда геоизображение намеренно искажается для усиления одного какого-то свойства. В данном случае предложим дисторсию, которая усиливает рядность (рис. 3). Представленные ряды выделены как группы межгорных котловин по бассейновому принципу.

На представленном геоизображении пронумеруем ряды. У каждого ряда есть свой набор ООПТ. Отличия от идеальных моделей в плотности ООПТ и их форме очевидна.

В представленной дисторсии авторы использовали цветовой код для обозначения уровня опасностей.

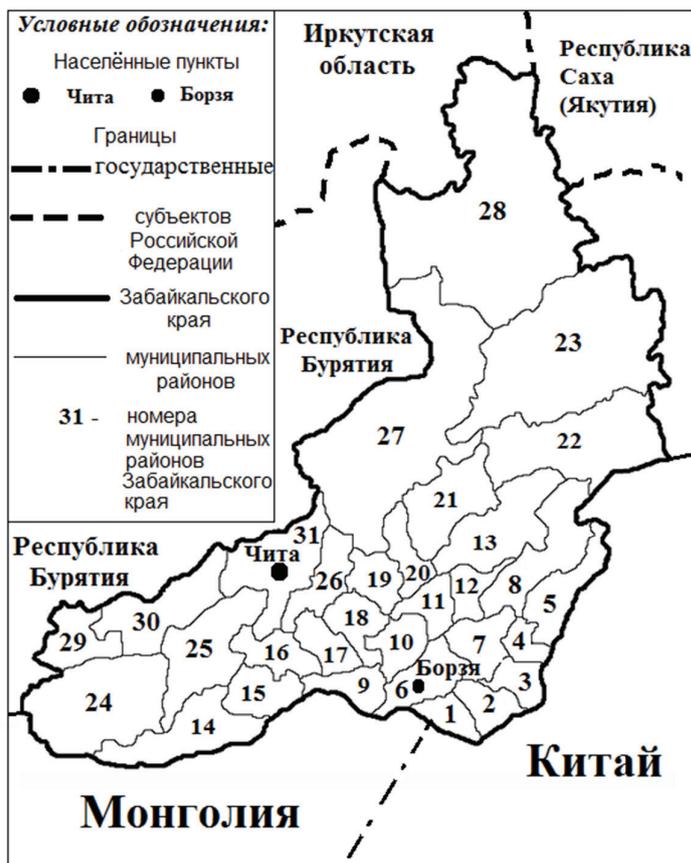
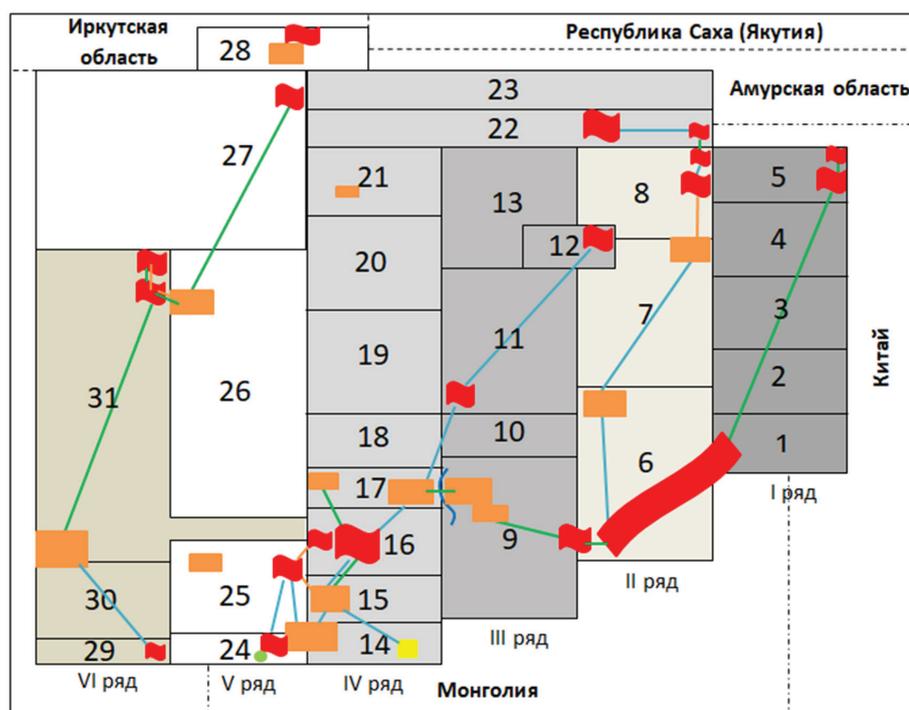


Рис. 2. Нумерация муниципальных районов и округов Забайкальского края / **Fig. 2.** Numbering of municipal districts and districts of the Transbaikalian Region



Условные обозначения:

- Государственные границы;
- Границы субъектов РФ;
- Границы районов Забайкальского края;
- ⤵ Водная преграда;
- Сухопутные или долинные пути;
- Горные коридоры;
- Водные коридоры;

Готовность ООПТ к соседству с промышленными и с/х территориями:

- идеальная готовность (D 0-1);
- уязвимая готовность (D 1,3-1,6);
- допустимая готовность (D 1,1-1,2);
- полная неготовность (D 1,7 - < 2).

Рис. 3. Уровень готовности форм ООПТ Забайкальского края к неблагоприятно изменяющемуся характеру соседства с промышленными и селитебными территориями / **Fig. 3.** The level of protected areas forms readiness of in the Transbaikalian Region to the unfavorably changing nature of the neighborhood with industrial and residential areas

Обсуждение результатов. Обсудим три дискуссионных вопроса, которые возникают к представленному научному объяснению, предваряя полемику с потенциальными оппонентами.

Первый вопрос об актуальности исследования вопросов форм и плотности ООПТ.

Отметим, что поиск идеальной формы для заповедников осуществлялся не только с позиции их противостояния внешним (потенциальным) угрозам, но и с точки зрения максимальной концентрации охраняемых ви-

дов. Майкл С. Блуэн (Michael S. Blouin), Эдвард Ф. Коннор (Edward F. Connor) изучали океанические острова. В своей статье «Есть ли лучшая форма для заповедников?» [17] они выдвинули гипотезу, что природные заповедники должны быть более замкнутыми, чтобы максимизировать общее количество сохраняемых видов, но в ходе исследования авторы пришли к выводу, что форма не имеет большого значения при проектировании природных заповедников. С данной позицией нельзя согласиться. Для островов в океане,

когда океан работает как буферное пространство, форма не имеет значения, но на суше иные условия: до момента возникновения факта близкого соседства, то есть наличия непосредственной границы между ООПТ и территорией интенсивного хозяйственного природопользования.

В статье акцент делается на ООПТ с точки зрения экономико-географического аспекта геоэкологии, поскольку в Забайкальском крае плотность данных территорий невысокая, и буферные территории занимают обширные пространства. Поэтому исследования авторов могут показаться преждевременными и пока не имеющими отношения к реальным проблемным ситуациям. Однако процессы хозяйственного освоения последовательно сокращают естественные буферные пространства вокруг заповедных территорий. Региональная экологическая политика должна работать на опережение, то есть планировать новые ООПТ. Как отмечает А. А. Чибилёв, «безусловно, на региональном и муниципальном уровнях не может быть административных единиц без региональных заказников, охраняемых ландшафтов и памятников природы. Если их ничтожно мало или нет вовсе, значит, работа по их выявлению не ведётся местными учёными и не поощряется администрациями» [Цит. по: 7, с. 536].

Второй вопрос о необходимости следовать идеальным формам ООПТ при их планировании.

Зарубежные учёные Валентин Хамаиде (Valentin Hamaide), Бертран Хамаид (Bertrand Hamaide), Джастин С. Уильямс (Justin S. Williams) в статье «Оптимизация заповедника с буферными зонами и коридорами дикой природы для редких видов» [13] большое внимание уделили проектированию буферных зон и коридоров штата Орегон, расположенного на северо-западе США, на побережье Тихого океана. Авторы разделили Орегон на 289 равных участков шестиугольной формы, каждый из которых имеет площадь примерно 157 000 акров или 635 км². На этих участках присутствует 415 видов. При построении модели было выбрано 67 земельных участков для соединения всех 9 заповедников. Каждый заповедник – это шестиугольный участок, окружённый шестью такими же участками буферной зоны. Коридоры состоят из рядов шестиугольных участков. Отметим, что авторы решали задачу минимизации суммы на выкуп участков под коридоры и буферные

зоны. Однако это не означает, что они стремятся уменьшить площадь ООПТ. Авторы поддерживают международную инициативу по отводу 30 % территорий и акваторий к 2030 г. под защиту природы. Отметим, что для данного примера характерны чрезмерная приверженность идеальной модели. Проблема заключается в том, что рельеф и гидрографическая сеть «отходят на второй план». В оптимальных (минимальных) по площади коридорах необходимо создавать инфраструктуру для организации миграций животных. Для российской действительности с большой удалённостью ООПТ друг от друга, наиболее приемлемым вариантом является использование естественных коридоров для связанности ООПТ. Идеальные модели должны выступать как ориентир, а не как точное руководство к территориальному планированию.

Третий вопрос о допущении непосредственного соседства селитебных / промышленных территорий и заповедных. Дискуссионность этого вопроса в статье признаёт Б. Б. Родоман, оставаясь на позициях сохранения буферных зон: «Моя поляризованная биосфера – это функциональное зонирование для защиты уязвимых компонентов ландшафта от агрессивных; у меня все зоны, кроме крайних (полярных), являются буферными, охранными – для предотвращения или смягчения пагубного соседства. В моей модели небоскреб не может стоять рядом с естественным озером и натуральным лесом – между ними должны быть промежуточные зоны малоэтажной застройки и рекреационного “парка культуры и отдыха”. Но что мы видим в наши дни? Реклама предлагает именно такое дьявольское соседство новостроек с парком и заповедником; жилые комплексы вставляются в лесные массивы. Охранные зоны природных и культурных объектов не соблюдаются» [Цит. по: 6, с. 471].

Классик отечественной географии – Борис Борисович Родоман признаёт факт непосредственного соседства, но какое он даёт этому факту объяснение?

Борис Борисович поясняет: «Значит, все зависит от поведения людей. Если агрессивные компоненты (люди, машины, здания, сооружения) станут более экофильными, то им можно разрешить приблизиться к менее защищенным, уязвимым существам. Получается, что минимальный допустимый размер спектра зон обратно пропорционален высоте

уровня экологической культуры (примем это высказывание не как точную математическую формулу, а как метафору). На экологическом профиле, отражающем степень урбанизации, не должно быть обрывов и пропастей; во избежание обрушения надо соблюдать угол естественного откоса» [Цит. по: 6, с. 471].

Выводы. В соответствии с задачами исследования, авторами сделан ряд выводов. Формы ООПТ должны быть приближены к округлой, для стремления к идеальному соотношению периметра и формы, а также сохранению стратегической глубины.

Отечественная и зарубежная практика развёртывания сетей ООПТ имеют коренные отличия. Зарубежная практика (США) допускает трансформацию форм ООПТ до прямоугольной и минимальные площади буферных

территорий. Отечественный опыт больше учитывает физико-географический фактор, но не учитывает возможность близкого соседства ООПТ с промышленными зонами.

Методику определения идеальной формы ООПТ можно использовать для оценки их готовности к неблагоприятно изменяющемуся характеру соседства, выделив: при круглой форме ($D = 0$ до $1,0$) – идеальную готовность; при близкой к квадрату форме ($D = 1,1–1,2$) – допустимую готовность; в случае формы удлиненного прямоугольника ($D = 1,3–1,6$) – уязвимую готовность; при ленточной форме ($D = 1,7–2$) – полную неготовность.

В Забайкальском крае почти все ООПТ демонстрируют уязвимую или полную неготовность к изменяющемуся характеру соседства.

Список литературы

1. Калихман Т. П., Энх-Амгалан С. Системы охраняемых территорий Сибири и Монголии: сходство и различия // Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий: сб. ст. VIII Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. / ред. Л. М. Шагаров. Сочи: Природный орнитологический парк в Имеретинской низменности, 2021. С. 154–167.
2. Белоновская Е. А., Коротков К. О., Саравайский А. А., Тишков А. А. Изучение и сохранения биоразнообразия в горных регионах // Известия РАН. 1999. № 6. С. 60–62.
3. Коротков Л. М. Бассейновая концепция в природопользовании. Иркутск: Ин-т геогр. СО РАН. 2001. 163 с.
4. Милкина Л. И. Географические основы заповедного дела // Известия Всесоюзного Географического общества. 1975. Т. 107. С. 485–495.
5. Родоман Б. Б. Территориальные ареалы и сети. Очерки теоретической географии. Смоленск: Ойкумена, 1999. 256 с.
6. Родоман Б. Б. «Поляризованный ландшафт»: полвека спустя // Известия Российской академии наук. 2021. № 3. С. 467–480.
7. Стёпин В. С. Особенности научного познания и критерии типов научной рациональности // Эпистемология и философия науки. 2013. Т. 36, № 2. С. 78–91.
8. Томских А. А. Природопользование в горных странах: глобальный и региональный аспект // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 3. С. 28–35. DOI: 10.21209/2227924520222832835.
9. Черятова Ю. С., Алисов В. О., Воронов М. С. Актуальные аспекты охраны природы заповедников России // Биосферное хозяйство: теория и практика. 2023. № 4. С. 61–65.
10. Чибилёв А. А. Географические аспекты развития заповедной системы России // Вестник Российской академии наук. 2022. Т. 92, № 6. С. 532–539. DOI: 10.31857/S0869587322060032.
11. Christaller W. Die zentralen Orte in Suddeutschland / by Ch. W. Baskin. USA: Prentice Hall, 1966. 230 p.
12. Game M. Best shape for nature reserves // Nature. 1980. Vol. 287. P. 630–632. DOI: 10.1038/287630a0.
13. Hamaide V, Hamaide B., Williams J. C. Nature reserve optimization with buffer zones and wildlife corridors for rare species // Sustainability Analytics and Modeling. 2022. Vol. 2. P. 100003. DOI: 10.1016/j.samod.2022.100003.
14. Jared M. Diamond The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves // Biological Conservation. 1975. Vol. 7. P. 129–146. DOI: 10.1016/0006-3207(75)90052-X.
15. Williams J. C., ReVelle C. S., Levin S. A. Spatial attributes and reserve design models: A review // Environmental Modeling and Assessment. 2005. Vol. 10. P. 163–181. DOI: 10.1007/s10666-005-9007-5.
16. Ma Z. Changes in area and number of nature reserves in China. // Conserv. Biol. 2019. Vol. 33. P. 1066–1075. DOI: 10.1111/cobi.13285.
17. Michael S. Blouin, Edward F. Connor Is there a best shape for nature reserves? // Biological Conservation. 1985. Vol. 32. P. 277–288. DOI: 10.1016/0006-3207(85)90114-4.

18. Weerasena L., Shier D., Tonkyn D., McFeaters M., Collins C. A sequential approach to reserve design with compactness and contiguity considerations // *Ecological Modelling*. 2023. Vol. 478. P. 110281. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2023.110281.

References

1. Kalikhman T. P., Enkh-Amgalan S. Systems of protected areas in Siberia and Mongolia: similarities and differences. Sustainable development of specially protected natural areas: coll. art. VIII All-Russian (national) scientific and practical. conf. Ed. L. M. Shagarov. Sochi: Natural ornithological park in the Imeretinskaya lowland, 2021. (In Rus.).
2. Belonovskaya E. A., Korotkov K. O., Saravaisky A. A., Tishkov A. A. Study and conservation of biodiversity in mountain regions. News of the Russian Academy of Sciences. Geographical series, no. 6, pp. 60–62, 1999. (In Rus.).
3. Korytny L. M. Basin concept in environmental management. Irkutsk: Publishing House of SB RAS Institute of Geography, 2001. (In Rus.).
4. Milkina L. I. Geographical foundations of the conservation area. News of the All – Union Geographical Society, vol. 107, no. 6, pp. 485–495, 1975. (In Rus.).
5. Rodoman B. B. «Polarized landscape»: half a century later. News of the Russian Academy of Sciences. Geographic series, no. 3, pp. 467–480, 2021. (In Rus.).
6. Rodoman B. B. Territorial areas and networks. Essays on theoretical geography. Smolensk: Oikumena, 1999. (In Rus.).
7. Stepin V. S. Peculiarities of scientific knowledge and criteria for types of scientific rationality. Epistemology and philosophy of science, vol. 36, no. 2, pp. 78–91, 2013. (In Rus.).
8. Tomskikh A. A. Environmental management in mountainous countries: global and regional aspects. Bulletin of the Transbaikalian State University, vol. 28, no. 3, pp. 28–35, 2022. DOI: 10.21209/2227924520222832835 (In Rus.).
9. Cheryatova Yu. S., Alisov V. O., Voronov M. S. Actual aspects of nature conservation in Russian reserves. Biospheric economy: theory and practice, no. 4, pp. 61–65, 2023. (In Rus.).
10. Chibilev A. A. Geographical aspects of the development of the protected system of Russia. Bulletin of the Russian Academy of Sciences, vol. 92, no. 6, pp. 532–539, 2022. DOI: 10.31857/S0869587322060032 (In Rus.).
11. Christaller W. Die zentralen Orte in Süddeutschland. USA: Prentice Hall, 1966. (In Eng.).
12. Game M. Best shape for nature reserves. *Nature*, vol. 287, pp. 630–632, 1980. (In Eng.).
13. Hamaide V, Hamaide B., Williams J. C. Nature reserve optimization with buffer zones and wildlife corridors for rare species. Sustainability Analytics and Modeling, vol. 2, p. 100003, 2022. (In Eng.).
14. Jared M. Diamond The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biological Conservation*, vol. 7, pp. 129–146, 1975. (In Eng.).
15. Justin C. Williamsa, Charles S. ReVellea, Simon A. Levinb Spatial attributes and reserve design models: A review. *Environmental Modeling and Assessment*, vol. 10, pp. 163–181, 2005. DOI: 10.1007/s10666-005-9007-5. (In Eng.).
16. Ma Z. et al. Changes in area and number of nature reserves in China. *Conserv. Biol.*, vol. 33, pp. 1066–1075, 2019. (In Eng.).
17. Michael S. Blouin, Edward F. Connor Is there a best shape for nature reserves? *Biological Conservation*, vol. 32, pp. 277–288, 1985. (In Eng.).
18. Weerasena L., Shier D., Tonkyn D., McFeaters M., Collins C. A sequential approach to reserve design with compactness and contiguity considerations. *Ecological Modelling*, vol. 478, p. 110281, 2023. (In Eng.).

Информация об авторах

Новиков Александр Николаевич, д-р геогр. наук, доцент, профессор, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; geonov77@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7086-6278>. Область научных интересов: изучение приграничных территориальных структур.

Биксалеев Андрей Андреевич, младший научный сотрудник, Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской Академии наук, г. Чита, Россия; zabaikal_coleoptera@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6435-0438>. Область научных интересов: изучение приграничных территориальных структур.

Information about the authors

Novikov Alexander N., doctor of geographical sciences, associate professor, professor, Transbaikalian State University, Chita, Russia; geonov77@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7086-6278>. Research interests: study of border territorial structures.

Biksaleev Andrey A., junior researcher, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Chita, Russia; zabaikal_coleoptera@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6435-0438>. Research interests: study of border territorial structures.

Вклад авторов в статью

А. Н. Новиков – разработка концепции статьи, разработка методологии исследования, обзор отечественной и иностранной литературы, написание текста.

А. А. Биксалеев – расчёты показателей, выполнение картографических произведений, сбор материалов, оформление текста статьи.

The authors` contribution to the article

A. N. Novikov – development of the article's concept, research methodology; review of domestic and foreign literature, writing the text.

A. A. Biksaleev – calculation of indicators, implementation of cartographic works, collection of materials, design of the article's text.

Для цитирования

Новиков А. Н., Биксалеев А. А. Оценка готовности особо охраняемых природных территорий Забайкальского края к неблагоприятно изменяющемуся характеру соседства (в условиях хозяйственного освоения региона) // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 4. С. 33–43. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-33-43.

For citation

Novikov A. N., Biksaleev A. A. Assessment of the Readiness of Specially Protected Natural Areas of the Transbaikal Territory to the Adversely Changing Nature of the Neighborhood (in the Context of the Economic Development of the Region) // Transbaikal State University Journal. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 33–43. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-33-43.

Научная статья
 УДК 549.553.2
 DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-44-53

О новой находке ютенбогаардтита в Забайкалье

Георгий Александрович Юргенсон

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия
 yurgga@mail.ru

Информация о статье:

Статья поступила
 в редакцию 11.07.2023

Одобрена после
 рецензирования; 25.10.2023

Принята к публикации
 28.10.2023

Ключевые слова:

*ютенбогаардтит,
 химический состав,
 золото самородное,
 электрум, теллуриды,
 сульфиды, кварц, жила
 Женевская, Дарасунское
 месторождение,
 Забайкалье*

Актуальность заключается в необходимости иметь полные данные об особенностях минералогии руд крупных месторождений золота. Одним из таких месторождений в Забайкалье является Дарасунское, относительно новые жилы которого, открытые в 1985 г., были быстро отработаны и недостаточно изучены. Одной из таких – жил, минеральный состав которой практически не изучен, отличается богатая по содержанию золота, сложности минерального состава, глубине образования – жила Женевская. Цель исследования – определение минеральных форм золота в глубокозалегающей золото-кварц-сульфидной жиле. Объект исследования – пильзенит-гессит-ютенбогаардтит-гессит-цумоит-золото-сфалерит-халькопирит-пиритовая минеральная ассоциация. Предмет исследования – химический состав и формы выделения ютенбогаардтита. Метод и методология – оптическая и электронная микроскопия с определением форм выделений и вариаций химического состава минералов. В исследовании получены следующие результаты: впервые в глубоко залегающей (горизонт 617 м от поверхности) жиле Женевской Дарасунского месторождения золото-кварцево-сульфидной формации обнаружен сульфид Au и Ag ютенбогаардтит в тесной ассоциации с халькопиритом и низкопробным самородным золотом, преимущественно электрумом, теллуридами (цумоит, гессит, вольтинскит, эмпрессит, пильзенит), а также пиритом, сфалеритом и галенитом. Жильные минералы представлены кварцем, сидеритом и мусковитом. Химический состав ютенбогаардтита (мас. %): Ag 42,97 – 53,57; Au 33,78 – 44,62; S 11,28 – 13,61; Cu 0,65 – 1,14. Среднее содержание элементов: Ag 49,35; Au 37,74; S 12,43; Cu 0,664. Теоретическое содержание должно быть следующее: Ag 58,46; Au 32,02; S 9,52. Особенностью химического состава ютенбогаардтита является нестехиометричность, выражающаяся в недостатке серебра, частию, золота и избытке серы. Она обусловлена, вероятно, особенностями состава раствора-расплава, выражающимися в неоднородности Au-Ag-S твёрдого раствора, содержащего в качестве примесей Cu, Te, Bi, отобразённого в тесном парагенезисе с халькопиритом и теллуридами. Находящееся в ассоциации с ютенбогаардтитом Au низкопробное, содержит от 43,32 до 56,42 % Ag и по их соотношению является электрумом.

Благодарность: Работа выполнена в рамках госзадания по теме № FUFР-2021-0005.

Original article

About a New Find of Yutenbogaardtite in Transbaikalia

Georgy A. Yurgenson

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia
 yurgga@mail.ru

Information about the article:

Received 11 July, 2023

Approved after review 25
 October, 2023

Accepted for publication 28
 October, 2023

The relevance lies in the need to have complete data on the mineralogy of the ores of large gold deposits. One of such deposits in Transbaikalia is Darasunskoye, the relatively new veins of which, discovered in 1985, were quickly worked out and poorly studied. One of these veins, the mineral composition of which is practically not studied, is the Geneva vein, which is rich in gold content, the complexity of the mineral composition, and the depth of formation. The purpose of the study is to determine the mineral forms of gold in a deep-seated gold-quartz-sulfide vein. The object of study is pilsenite-hessite-yutenbogaardtite-hessite-tsumoite-gold-sphalerite-chalcopyrite-pyrite mineral association. The subject of the study is the chemical composition and forms of yutenbogaardtite isolation. Method and methodology are as follows: optical

Keywords:

yutenbogaardtite, chemical composition, native gold, electrum, tellurides, sulfides, quartz, Zhenevskaya vein, Darasun deposit, Transbaikalia

and electron microscopy to determine the forms of segregations and variations in the chemical composition of minerals. Results: for the first time in a deep-lying (horizon 617 m from the surface) vein of the Geneva Darasun deposit of the gold-quartz-sulfide formation, Au and Ag sulfide yutenbogaardtite was found in close association with chalcopyrite and low-grade native gold, mainly electrum, tellurides (tsuomitoite, hessite, volynskite, empressite, pilsenite), as well as pyrite, sphalerite, and galena. The vein minerals are represented by quartz, siderite, and muscovite. The chemical composition of yutenbogaardtite (wt. %): Ag 42.97 – 53.57; Au 33.78 – 44.62; S 11.28 – 13.61; Cu 0.65 – 1.14. Average content of elements: Ag 49.35; Au 37.74; S 12.43; Cu 0.664. The theoretical content should be Ag 58.46; Au 32.02; S 9.52. A feature of the chemical composition of yutenbogaardtite is its non-stoichiometric nature, which is expressed in a lack of silver, a part of gold, and an excess of sulfur. It is probably due to the peculiarities of the solution-melt composition, expressed in the inhomogeneity of the Au-Ag-S solid solution containing Cu, Te, Bi as impurities, displayed in close paragenesis with chalcopyrite and tellurides. Low grade Au, which is associated with yutenbogaardtite, contains from 43.32 to 56.42 % Ag and is electrum by their ratio.

Acknowledgment: *The work was carried out within the framework of the state task on the topic No. FUFР-2021-0005.*

Введение. Ютенбогаардит (Yutenbogaardtite, Ag_3AuS_2)¹ относится к минералам золота и серебра руд золотосеребряных месторождений, а также полиметаллических (Гайское на Урале и Змеиногорское на Алтае) [18]. Название «ютенбогаардит» ввели в 1978 г. М. Д. Бартон, К. Кифт, Е. А. Берк и И. Д. Оен [13]. Впоследствии он неоднократно фиксировался в рудах месторождений малоглубинной золотосеребряной формации [3; 4; 11], которые по традиции в западной и американской литературе называют эпитеpmальными [13–16; 19]. В последние годы в связи с использованием электронной микроскопии ютенбогаардит неоднократно наблюдался в рудах месторождений Северо-Востока России [2; 5; 8; 11], а также на Таймыре [1; 7]. Изучены условия его образования [4; 6–8], в том числе и по экспериментальным данным [7; 8; 17].

Дарасунское месторождение золота в Забайкальском крае расположено в посёлке городского типа Вершино-Дарасунский Тунгокоченского района Забайкальского края (рис. 1).

Это месторождение входит в состав крупного Дарасунского рудного поля и является составной частью Дарасун-Могочинской структурно-формационной зоны золото-молибденового пояса Забайкалья. Рудное поле занимает территорию около 60 км² и включает Дарасунское, Талатуйское золоторудные, Теремкинское золотосеребряное, Усть-Теремкинское серебряное месторождения и ряд рудопроявлений. Россыпная золотоносность бассейна рек Дарасун, Жарча и

других известна с середины XIX в. Упоминания о коренном золотом оруденении в Дарасунском рудном районе появляются с 1889 г. и дальнейшая история открытий, изучения и разработки жил с коренным золотом дана в работах [9; 10; 12; 13] и здесь не рассматривается.

Рудное поле сложено магматическими породами. Древний субстрат представлен нижнепалеозойскими метаморфизованными габброидами. Они прорваны и метаморфизованы среднепалеозойскими-раннемезозойскими, диоритами, гранодиоритами, гранитами, граносиенитами, сиенитами амананского интрузивного комплекса. Большинство исследователей оруденение связывается с субвулканическими образованиями амуджиканского комплекса средне-верхнеюрского возраста. Д. А. Тимофеевский, наиболее обстоятельно изучивший месторождение, полагает, что золотое оруденение связано с малыми интрузиями плагиогранит-порфиров [10].

Жильный комплекс, к которому принадлежит жила Женевская, развитый на Юго-Западном участке месторождения, приурочен к контактам контрастных по составу основных (метагаббро) и щелочно-кислых (граносиениты) пород. Эта серия жил включает Эповскую, Западную, Алмазную, Женевскую и др.

Жила Женевская была обнаружена 2 сентября 1985 г. в штреке 1-бис по жиле Эповской, которая выклинилась. Тонкий выход её замечен автором на горизонте 617 м в южной стенке на 165 м от его устья (40 м от забоя в 16 м от МТ-131). Этот выход её имел мощность 2–3 см и кальцит-кварц-пиритовый состав (образец 542/30). Содержание пирита, в виде кубических и кубооктаэдрических кристаллов в ней было около 70 %. Вмещающая

¹ Флейшер М. Словарь минеральных видов. – М.: Мир, 1990. – 206 с.; Back M. E. Fleisher's Glossary of Mineral Species. Tucson: Terra Publishing, 2014. – 420 p.

порода представлена интенсивно пиритизированным габбро-амфиболитом, пирит в которой представлен кристаллами кубического габитуса величиной до 0,2–1,0 мм при содержании до 15 % (образец 542а/30). Здесь же

на контакте интенсивно пиритизированных и хлоритизированных тонкозернистого микродиорита и габбро-амфиболита находилась тонкая жилка анкерит-пирит-арсенопиритового состава (образец 543/30).

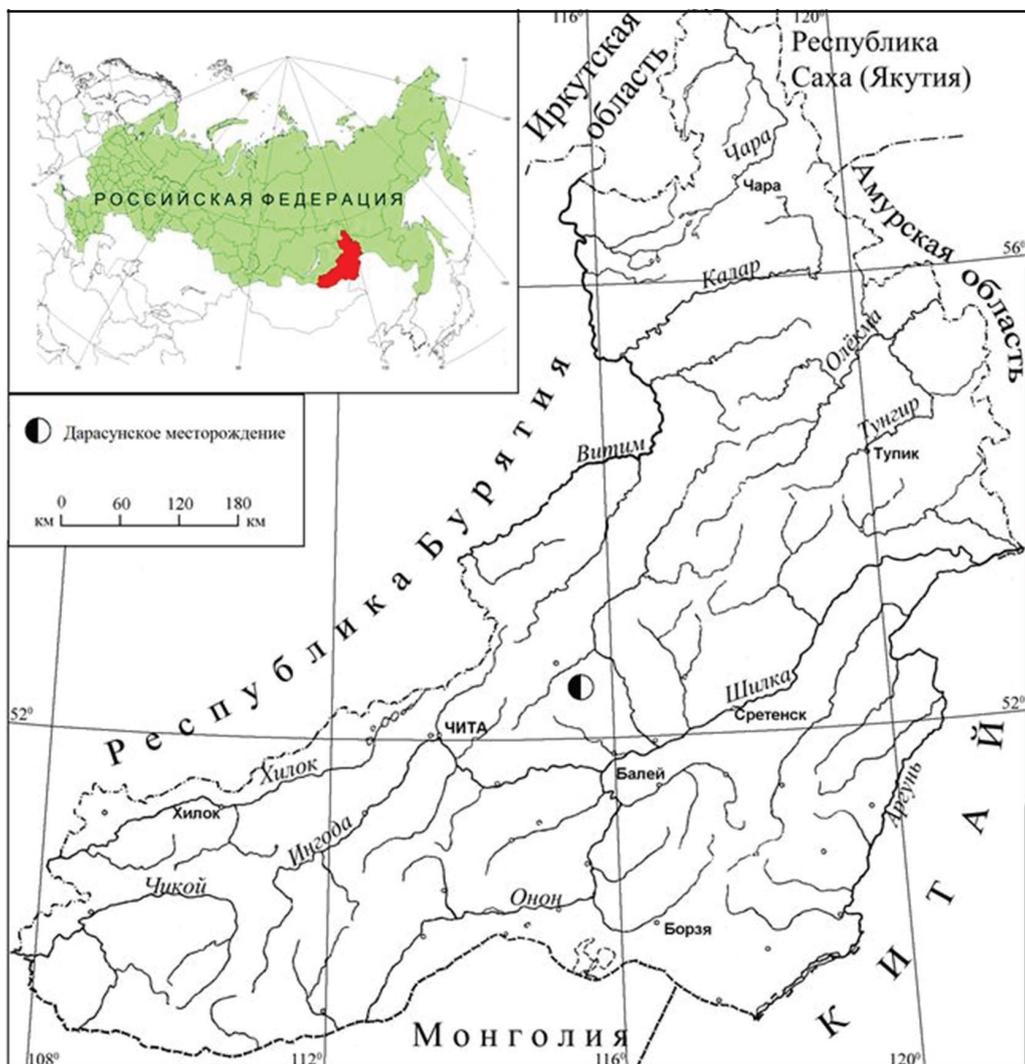


Рис. 1. Местоположение Дарасунского месторождения золота / **Fig. 1.** Location of the Darasun gold deposit

В связи с тем, что жила Эповская была потеряна и необходимо было обоснование для продолжения работ на горизонте 617 м, автор известил о находке главного геолога Дарасунской ГРЭ Б. П. Тупицына, а затем доложил об этом на заседании научно-технического совета экспедиции и высказал рекомендацию о целесообразности проходки горной выработки для вскрытия выявленной жилы и определения её промышленной значимости. Изучив состав и свойства кварца и сульфидов, которые по типоморфным и типогеохимическим признакам оказались поч-

ти идентичными для продуктивных частей жил Дарасунского месторождения, автор подтвердил правомерность выданной рекомендации. В период между 17 и 18 октября 1985 г. Б. П. Тупицын сообщил автору, что горными выработками, пройденными по его рекомендации, вскрыта и прослежена уже на 250 м золотоносная жила с максимальной мощностью до 50 см и высокими содержаниями золота. 22 октября 1985 г. автор вместе с Т. Н. Юргенсон приступил к её документации и отбору образцов методом минералогического картирования.

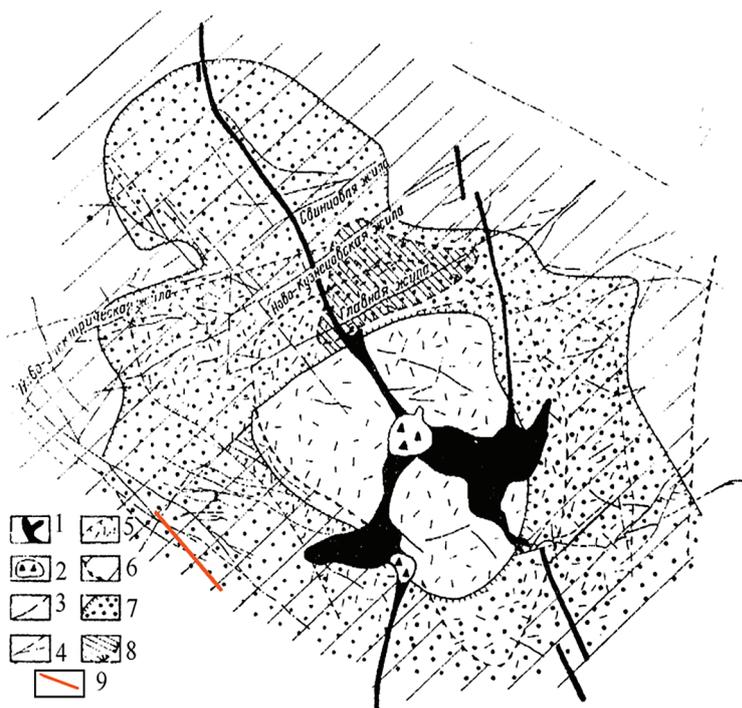


Рис. 2. Схема геологического строения Дарасунского месторождения. По [10]. 1 – плагиогранит-порфиры; 2 – брекчии взрыва; 3 – золотоносные кварц-сульфидные жилы; 4 – разрывные нарушения; контуры распространения минеральных ассоциаций: 5 – кварц-турмалиновой; 6 – пирит-арсенопиритовой; 7 – галенит-сфалеритовой; 8 – кварц-сульфоантимонитовой. 9 – жила Женеvская. Штрихи контурных линий направлены в сторону развития минеральных ассоциаций / **Fig. 2.** Scheme of the Darasunskoye field. Geological structure. According to [10]. 1 – plagiogranite-porphyr; 2 – explosion breccia; 3 – gold-bearing quartz-sulfide veins; 4 – discontinuous violations; Contours of the distribution of mineral associations: 5 – quartz-tourmaline; 6 – pyrite-arsenopyrite; 7 – galena-sphalerite; 8 – quartz-sulfoantimonite. 9 – lived Geneva. The strokes of the contour lines are directed towards the development of mineral associations

Объект исследования – пильзенит-гессит-ютенбогардит-гессит-цумоит-золото-сфалерит-халькопирит-пиритовая минеральная ассоциация. **Предмет исследования** – химический состав и формы выделения ютенбогардита. **Цель исследования** – определение минеральных форм золота в глубокозалегающей золото-кварц-сульфидной жиле. Основными **задачами исследования** являются: изучить формы, размеры и парагенетические ассоциации ютенбогардита, а также его химический состав и стехиометричность.

Материал и методы исследования. Отбор проб производился по линиям сечения, располагавшимся примерно через 50 м в зависимости от характера изменчивости мощности жилы, вмещающих горных пород и интенсивности околожильных изменений. Привязка их определялась относительно маркшейдерских точек, обозначенных бирками, висящими на прочных нитях, закреплённых в кровле горной выработки. Положение их в пространстве известно.

В каждом сечении в направлении от висячего или лежащего бока жилы во вмещающих породах пробы отбирались по интервалам до 1 м от контакта с жилой через 1 м, затем в пределах метра от жилы через 0,5 м, затем следующие полметра через 25 см, затем отбирался целиком интервал приконтактной части горной породы шириной 10 см. Затем жильный материал отбирался сплошь, каждый обра-

зец нумеровался, и на нём чертилась стрелка указывающая направление отбора положение в жиле. По мере выхода из жилы расстояния между образцами изменялись в обратном порядке. Отбирались ориентированные в пространстве образцы жильного материала. Это делалось для того, чтобы можно было определить природу минеральной зональности и направление изменения свойств и состава минералов и минеральных агрегатов, и направления нарастания зон в рудном теле. Непосредственно в горной выработке производились зарисовки и краткие описания разрезов, а детальные описания в полевом дневнике выполнялись каждый вечер. Всего за пять дней опробовано пять разрезов в штреке длиной 250 м и отобрано 153 образца.

Из отобранных образцов приготовлены пробы для изучения химического состава количественным спектральным, пробирным и рентгеноспектральным анализами. Изучение минерального состава жильного материала и вмещающих горных пород выполнено в шлифах и аншлифах методами оптической и электронной микроскопии. Золото определено методом спектрозолотометрии и пробирным анализом. Изготовлено 28 аншлифов, изученных с помощью оптического поляризационного микроскопа AXIO ScopeA1. Из них 11 аншлифов изучены с целью подтверждения результатов электронно-зондовым методом на растровом электронном микроскопе LEO 1430 VP (ГИН СО РАН, г. Улан-Удэ,

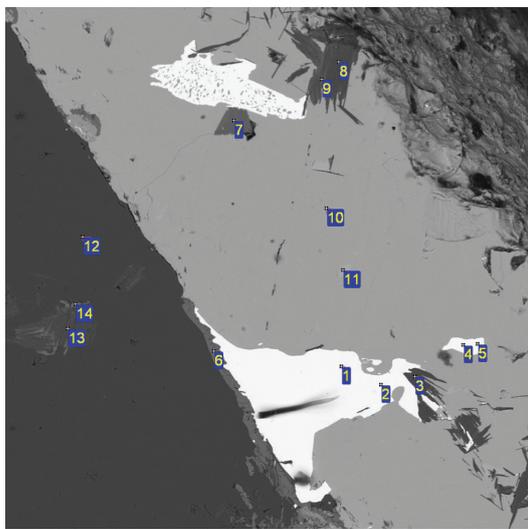
аналитики Е. В. Ходырева и Е. А. Хромова, руководитель лаборатории канд. техн. наук С. В. Канакин). В качестве эталонов использованы образцы самородного золота и серебра известного состава.

Результаты исследования. Особенности строения и состава фрагментов жилы изучены на образцах из наиболее мощной части жилы, где присутствуют редкие теллуриды.

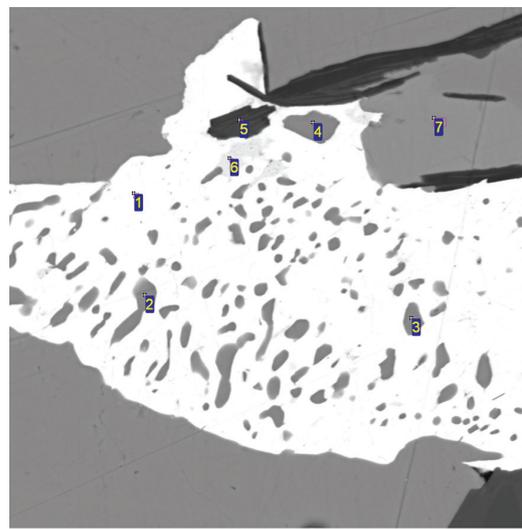
Фрагмент жилы на интервале 12–22 см от её контакта со стороны лежачего бока показан на рис. 3. Он сложен крупнозернистым агрегатом кварцево-сульфидного состава. Сульфиды представлены пиритом, арсенопиритом и халькопиритом. При этом содержание халькопирита достигает в отдельных участках до 30–80 %. Кварц массивный двух генераций. Одна сечётся сульфидами, а другая по тонким трещинам внедряется в них. Часть аншлифа на электронно-микроскопическом снимке представлена на рис. 4. Совершенно отчётливо видны включения золота в халькопирите в ассоциации с мусковитом и гидрослюдой. Особенностью этого участка жилы является фрагмент твёрдого раствора цумоит-халькопирит с избыточным серебром в виде гессита.



Рис. 3. Кварцево-сульфидный фрагмент жилы Женевской. Образец 581–30 / **Fig. 3.** Quartz-sulfide fragment of the Geneva vein. Sample 581–30



a)



b)

Рис. 4. Формы выделения и минеральные ассоциации ютенбогаардтита: а) ассоциация золота (1, 5) с цумоитом (2, 4) в халькопирит (10) – сфалеритовом (11) агрегате в сульфидно-кварц (12) – мусковит (3, 8, 13) – сидеритовой (14) части жилы; б) строение фрагмента крупного выделения цумоита (1), содержащего включения халькопирита (2–3) и гессита (6), образующих структуру распада твёрдого раствора в халькопирите (7), содержащих чешуи гидрослюды (5). Образец 581 -3 -1. Жила Женевская, горизонт 617 м, Дарасунское месторождение. Электронно-микроскопический снимок / **Fig. 4.** Forms of isolation and mineral associations of yutenbogaardtite: a) association of gold (1, 5) with sumoite (2, 4) in chalcopyrite (10) – sphalerite (11) aggregate in sulfide-quartz (12) – muscovite (3, 8, 13) – siderite (14) part of the vein; b) the structure of a fragment of a large separation of sumoite (1), containing inclusions of chalcopyrite (2–3) and hessite (6), forming the structure of the decomposition of a solid solution in chalcopyrite (7), containing scales of hydromica (5). Sample 581 -3 -1. Vein Genevskaya, horizon 617 m, Darasunskoye field. Electron microscopic image

Во фрагменте этого образца величиной 2,4×3,8 см в аншлифе обнаружена сложная минеральная ассоциация, состоящая из (в порядке убывания) халькопирита, пирита, кварца, сидерита, мусковита, эпидота, титанина, сфалерита, галенита, низкопробного золота, цумоита, гессита, ютенбогаардтита, пильзенита. Присутствуют также ближе не определённый сульфотеллурат висмута, серебра и железа с небольшой примесью мышьяка (3,62 S; 26,47 Te; 18,92 Ag; 13,18 Bi; 7,41 Fe; 0,65 As; 17,63O). Составы ютенбогаардтита даны в таблице.

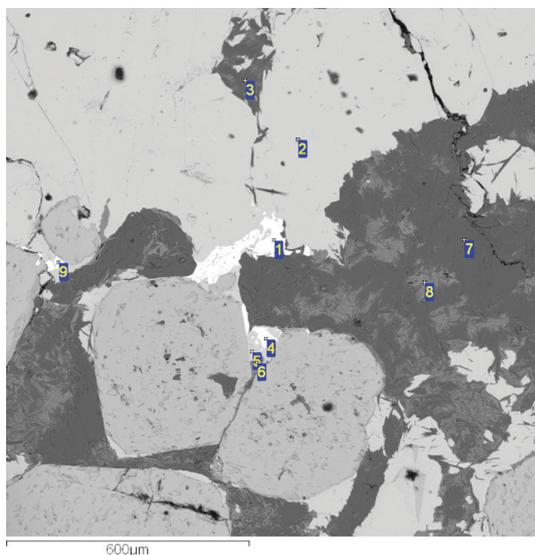
Электронно-микроскопический снимок фрагмента аншлифа 583A/30 приведен на рис. 5а, где линзообразный блок величиной 280 мкм образовался непосредственно в крупном зерне халькопирита (5) на контакте его с пиритом и ртутистым золотом (1), мусковитом и сидеритом (7,8). Золото (4) находится также на стыке мусковит-сидеритового агрегата с халькопиритом (6). На контакте пирита и халькопирита выделились также мелкие индивиды галенита (9). Детализация этого блока дана на рис. 5б. Видно его сложное строение. Верхняя правая часть его сложена золотом (7, 8) и ютенбогаардтитом (6), включающими участки халькопирита и контактирующими с мусковитом (12). Весь удлиненный

линзовидный блок сложен гесситом (1, 2), цумоитом (4), аномальным пильзенитом (3), халькопиритом (5, 9), железистым сфалеритом-марматитом (10) и относительно чистым пиритом (11).

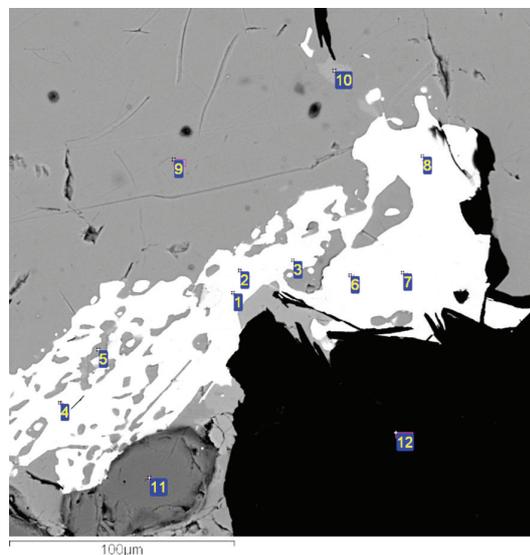
В подобных структурах распада твёрдых растворов, где наряду с золотом, гесситом и цумоитом в центральной части разреза по жиле Женевской в образце 583а/30 присутствует и ютенбогаардтит (рис. 5).



Рис. 5. Арсенопирит-халькопирит-сфалерит-пирит-кварцевый агрегат. Разрез жилы Женевской. 35–43 см от висячего бока. Образец 583А/30 / **Fig. 5.** Arsenopyrite-chalcopyrite-sphalerite-pyrite-quartz aggregate. Section of the vein of Genevskaya. 35–43 cm from the hanging side. Sample 583A/30



а)



б)

Рис. 6. Блок ютенбогаардтита с ассоциирующими минералами: а) галенит-золото-пирит (квадратные срезы кубических кристаллов в нижней части снимка)-халькопирит (2, 5, 6) – мусковит (7) – сидеритовый (8) агрегат; б) деталь рисунка 6а, где показан увеличенный блок, содержащий ютенбогаардтит и ассоциирующие с ним минералы. Пояснение в тексте. Образец 583а/30. Электронно-микроскопический снимок /

Fig. 6. Yutenbogaardtite block with associated minerals: a) galena-gold-pyrite (square sections of cubic crystals in the lower part of the picture) – chalcopyrite (2, 5, 6) – muscovite (7) – siderite (8) aggregate; b) detail of Figure 6a showing an enlarged block containing Yutenbogaardtite and associated minerals. Explanation in the text. Sample 583A/30. Electron microscopic image

В таблице приведены результаты анализа ютенбогаардтита из разных частей крупного образца, представляющего центральную часть жилы, где, в основном, развиты минеральные ассоциации второй и третьей генерации. Здесь он ассоциирует цумоитом, самородным золотом, отличающимся низкой пробностью. Наблюдаются переходы между ютенбогаардтитом и золотом, гесситом и ютенбогаардтитом и цумоитом. В тех местах, где ютенбогаардтит контактирует с золотом (рис. 7), по мере приближения к границе с включающим его индивидом золота в ютенбогаардтите возрастает его содержание от 33,58 до 41,36 %, а серебра уменьшается от 53,33 до 47,12 %. На этом рисунке видно, что на контакте золота с халькопиритом (8) находится включение галенита (6). Галенит в виде включения присутствует также в халькопирите (9). В сростании с халькопиритом (10) находится выделение цумоита (7) величиной около 25 мкм.

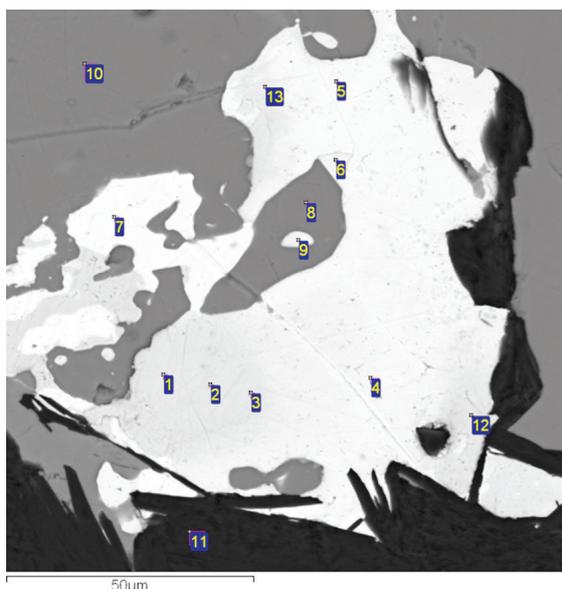


Рис. 7. Ютенбогаардтит (1–3) в индивиде золота (4, 5, 12, 13) в халькопирит (10)-мусковитовом (11) агрегате. Дальнейшее объяснение в тексте. Образец 583а/30. Жила Женевская. Электронно-микроскопический снимок / **Fig. 7.** Yutenbogaardtite (1–3) in an individual of gold (4, 5, 12, 13) in chalcopyrite (10)-muscovite (11) aggregate. Further explanation in the text. Sample 583a/30. Genevskaya vein. Electron microscopic image

Как видно из таблицы, соотношение золота и серебра в ютенбогаардтите варьируется в широких пределах и чётко прослеживается его нестехиометричность, типичная для него, обусловленная тем, что он постоянно

находится в теснейшей ассоциации с низкопробным самородным золотом. Содержание золота и серебра в выделениях самородного золота в этой ассоциации непостоянно и изменяется для золота от (мас. %) 43,48 до 70,67, а серебра от 23,48 до 42,18 при соотношении серебра к золоту, соответственно, от 0,33 до 0,96. Это означает, что самородного золота, как такового, в ассоциации с ютенбогаардтитом очень мало, и оно представлено, преимущественно, электрумом. Тем не менее, расчёты соотношения средних содержаний серебра и золота в жиле Женевской, показали, что в руде серебро преобладает над золотом в 2,13 раз. А, исходя из анализа формул ютенбогаардтита, представленных в таблице, видно, что во всех случаях в нём недостаток серебра, не компенсирующийся даже примесью меди. При этом в большей части измеренных его индивидов золото преобладает и лишь в одном случае соответствует формуле. Другой особенностью ютенбогаардтита жилы Женевской является избыток серы, не компенсирующийся катионной частью химического состава.

Это видно из анализа данных таблицы: содержания элементов в изученных индивидах ютенбогаардтита составляют для Ag 42,97–53,57; Au 33,78 – 44,62; S 11,28 – 13,61; Cu 0,65 – 1,14. Среднее содержание элементов: Ag 49,35; Au 37,74; S 12,43; Cu 0,664. Теоретическое содержание должно быть Ag 58,46; Au 32,02; S 9,52. Таким образом, налицо недостаток серебра и избыток золота и серы.

Ютенбогаардтит ассоциируется не только с электрумом, но и сопровождается теллуридами, среди которых наиболее развиты гессит и цумоит. Особенностью последнего, как и электрума, частью ютенбогаардтита, а также ассоциирующими с ним вольтинскита, пильзенита и эмпрессита, является присутствие меди, что обусловлено высокими содержаниями её в руде. Наряду с обилием халькопирита присутствует и свинцово-висмутовая сульфосоли ларозит $(\text{Cu,Ag})_{21}(\text{Pb,Bi})_2\text{S}_{13}$ ¹.

Относительно широкое развитие теллуридов в ассоциации с золотом, серебром и висмутом подтверждается корреляционной кривой зависимости содержаний золота и теллура (рис. 8) и тенденцией к корреляции содержаний золота и теллура в жильном материале.

¹ Флейшер М. Словарь минеральных видов. – М.: Мир, 1990. – 206 с.; Malcolm E. Back. Fleisher's Glossary of Mineral Species. – Tucson: Terra Publishing, 2014. – 420 p.

Химический состав ютенбогаардтита / The chemical composition of yutenbogaardtite

Номер образца / Sample Number	Элемент и его содержание, мас. % / The element and its contents, mass. %				Сумма, % / Total, %	Формула / Formula
	S	Cu	Ag	Au		
583a/30-1	13,96	0,74	52,48	38,52	105,69	$(Ag_{2,59}Cu_{0,06})_{2,65}Au_{1,04}S_{2,3}$
Нормированный / Normalized	13,21	0,7	49,63	36,44	100	
Ф. к. / F. c.*	2,31	0,06	2,59	1,04	6	
583a/30-2	13,09	0,85	53,61	34,46	102,01	$(Ag_{2,73}Cu_{0,07})_{2,8}Au_{0,96}S_{2,24}$
Нормированный / Normalized	12,83	0,83	52,55	33,78	100	
Ф. к. / F. c.	2,24	0,07	2,73	0,96	6	
583a/30-3	10,94	0,62	46,47	37,02	95,05	$(Ag_{2,67}Cu_{0,06})_{2,73}Au_{1,16}S_{2,11}$
Нормированный / Normalized	11,51	0,65	48,89	38,95	100	
Ф. к. / F. c.	2,11	0,06	2,67	1,16	6	
583a/30-4	12,64		53,33	33,58	99,55	$Ag_{2,8}Au_{0,97}S_{2,23}$
Нормированный / Normalized	12,7		53,57	33,73		
Ф. к. / F. c.	2,23		2,8	0,97	6	
583a/30-5	13,68		51,17	35,63	100,49	$Ag_{2,63}Au_{1,00}S_{2,37}$
Нормированный / Normalized	13,61		50,93	35,46	100	
Ф. к. / F. c.	2,37		2,63	1	6	
583a/30-6	11,92		47,12	41,36	100,4	$(Ag_{2,57}Cu_{0,06})_{2,63}Au_{1,24}S_{2,19}$
Нормированный / Normalized	11,87		46,93	41,2	100	
Ф. к. / F. c.	2,19		2,57	1,24	6	
583a/30-7	11,07	1,12	42,18	43,8	98,17	$(Ag_{2,4}Cu_{0,12})_{2,52}Au_{1,38}S_{2,1}$
Нормированный / Normalized	11,28	1,14	42,97	44,62	100	
Ф. к. / F. c.	0,35	0,02	0,4	0,23		

Примечание: Ф. к. формульный коэффициент
Note: F. c. – Formula coefficient

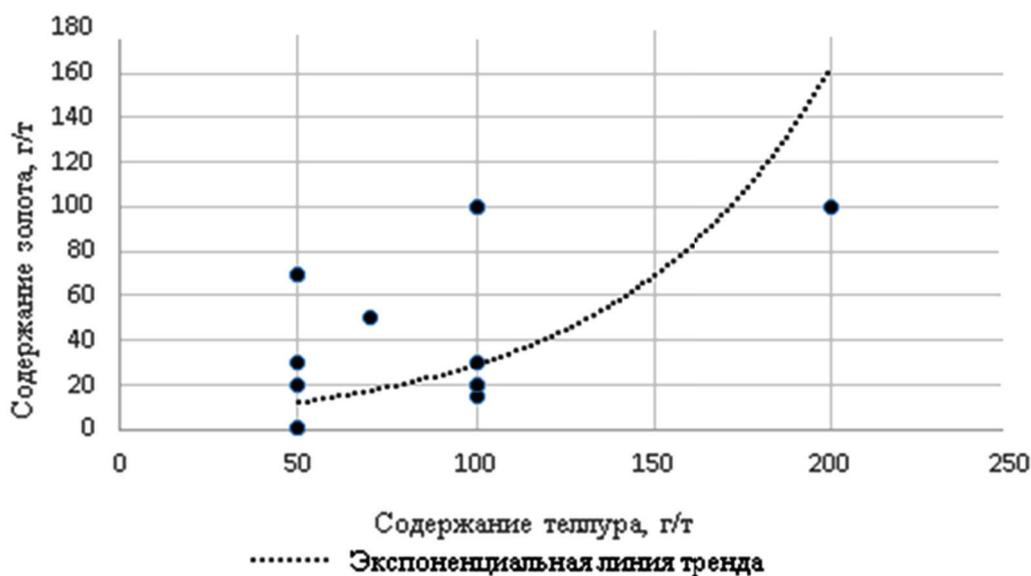


Рис. 8. Экспоненциальная линия тренда статистической характеристики концентраций золота и теллура, в жиле Женеvской. Содержания даны в г/т. Расчёт выполнен Е. В. Мироновой / **Fig. 8.** Exponential trend line of the statistical characteristics of the concentrations of gold and tellurium, in the vein Genevskaya. The contents are given in g/t. The calculation was made by E. V. Mironova

Выводы. Впервые в жиле Женевская Дарасунского месторождения золота выявлен относительно редкий сульфид золота и серебра ютенбогаардит, описанный в Забайкалье, в верхнем горизонте Первой рудной зоны Тасеевского золотосеребряного месторождения.

Ютенбогаардит находится в тесной ассоциации с халькопиритом и низкопробным самородным золотом, преимущественно электрумом, теллуридами (цумоит, гессит, вольтинскит, эмпрессит, пильзенит), а также

пиритом, сфалеритом и галенитом. Жильные минералы представлены кварцем, сидеритом и мусковитом. Особенностью химического состава ютенбогаардита является нестехиометричность, выражающаяся в недостатке серебра, частью, золота и избытке серы. Она обусловлена, вероятно, особенностями состава раствора-расплава, выражающимися в неоднородности Au–Ag–S твёрдого раствора, содержащего в качестве примесей Cu, Te, Bi, отображённого в тесном парагенезисе с халькопиритом и теллуридами.

Список литературы

1. Багаева А. А., Гавриш А. В., Карманов А. С., Пальянова А. С., Петрушков Г. А., Проскурин В. Ф. Первая находка ютенбогаардита на Таймыре (рудопоявление Конечное) // Доклады Академии наук. 2011. Т. 441, № 4. С. 527–531.
2. Брадинская Е. М., Ущাপовская З. Ф., Баранкевич В. Г., Фомина В. А. Новая находка ютенбогаардита в СССР // Доклад АН СССР. 1990. Т. 310, № 1. С. 183–188.
3. Громова Е. И., Завьялова Л. Л., Глотов А. М. Находки редко встречающихся минералов золота в рудах месторождения Зармитан (Чармитан) Западного Узбекистана // Записки Узбекского отделения ВМО. 1978. № 2. С. 38–40.
4. Конеев Р. И., Гертман Ю. Л., Умаров А. З. Типоморфизм микропарагенезисов – новый подход к поискам и оценке обогатимости золотосеребряного оруденения // Обогащение руд. 2003. № 1. С. 27–32.
5. Литвиненко И. С., Шилина Л. А. Мальдонит, ютенбогаардит и разновидности самородного золота из рудных проявлений Нижне-Мякитского рудно-россыпного узла (Северо-Восток России) // Записки Российского минералогического общества. 2020. № 3. С. 18–37.
6. Пальянова Г. А., Кох К. А., Сереткин Ю. В. Образование сульфидов золота и серебра в системе Au–Ag–S // Геология и геофизика. 2011. Т. 52, № 4. С. 568–576.
7. Проскурин В. Ф., Пальянова Г. А., Карманов Н. С., Багаева А. А., Гавриш А. В., Петрушков Б. С. Первая находка ютенбогаардита на Таймыре (рудопоявление Конечное) // Доклады АН СССР. 2011. Т. 441, № 4. С. 527–531.
8. Савва Н. Е., Пальянова Г. А. Генезис сульфидов золота и серебра на месторождении Улахан (Северо-Восток России) // Геология и геофизика. 2007. Т. 48, № 10. С. 1028–1042.
9. Спиридонов А. М., Зорина Л. Д., Китаев Н. А. Золотоносные рудно-магматические системы Забайкалья. Новосибирск: ГЕО, 2006. 291 с.
10. Тимофеевский Д. А. Геология и минералогия Дарасунского золоторудного района. М.: Недра, 1972. 260 с.
11. Юргенсон Г. А. Первые данные о ютенбогаардите в руде Тасеевского золотосеребряного месторождения в Восточном Забайкалье (Россия) // Вестник Забайкальского государственного университета, 2022. Т. 28, № 6. С. 26–36. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-6-26-36.
12. Юргенсон Г. А., Юргенсон Т. Н. Дарасунское рудное поле // Месторождения Забайкалья: в 2 т. Чита; М.: Геоинформмарк, 1995. Т. 1. С. 3–18.
13. Barton M. D., Kieft C., Burke E. A. J., Oen I. S. Uytенbogaardtite, a new silver-gold sulfide // Canadian Miner. 1978. Vol. 16. P. 651–657.
14. Barton P. B. The Ag–Au–S system // Economy, Geology. 1980. Vol. 75. P. 303–316.
15. Castor S. B., Sjöberg J. J. Uytенbogaardtite, Ag₃AuS₂, in the Bullford mining district, Nevada // Canadian Mineralogy. 1993. Vol. 31. P. 89–98.
16. Greffie C., Bailly L., Milesi J.-P. Supergene alteration of primary ore assemblages from low-sulfidation Au–Ag epithermal deposits of Pongkor, Indonesia, and Nazareno, Peru // Economy, Geology. 2002. Vol. 97, no. 3. P. 561–571.
17. Pavlova G., Gushchina L., Borisenko A., Palyanova G. Forming conditions for Au–Sb and Ag–Sb ore according to thermodynamic modeling data // J. Mater. Sci. 2006. Vol. 41. P. 6055–6064.
18. Pekov I. V. Minerals first discovered on the territory of the Soviet Union. М.: ОП, 1998. 369 p.
19. Warmada I. W., Lehmann B., Simandjuntak M. Polimetalllic sulfides and sulfosalts of the Pongkor epithermal gold-silver deposit, West Java, Indonesia // Canadian Mineralogy. 2003. Vol. 41, no. 1. P. 185–200.

References

1. Bagaeva A. A., Gavrish A. V., Karmanov A. S., Palyanova A. S., Petrushkov G. A., Proskurin V. F. The first discovery of yutenbogaardtite on Taimyr (the Final ore occurrence. Reports of the Academy of Sciences, vol. 441, no. 4, pp. 527–531, 2011. (In Rus.).

2. Bradinskaya E. M., Uschapovskaya Z. F., Barankevich V. G., Fomina V. A. New discovery of yutenbogaardtite in the USSR. Reports of the Academy of Sciences USSR, vol. 310, no. 1. pp. 183–188, 1990. (In Rus.).
3. Gromova E. I., Zavyalova L. L., Glotov A. M. Finds of rare gold minerals in the ores of the deposit Zarmitan (Charmitan). Notes of the Uzbekistan Branch of the All-Union Mineralogical Society, no. 2, pp. 38–40, 1978. (In Rus.).
4. Koneev R. I., Gertman Yu. L., Umarov A. Z. Typomorphism of microparageneses – a new approach to the search and evaluation of the enrichment of gold-silver mineralization. Enrichment of ore, no. 1, pp. 27–32, 2003. (In Rus.).
5. Litvinenko I. S., Shilina L. A. Maldonite, yutenbogaardtite and varieties of native gold from ore manifestations of the Nizhne-Myakitskoye ore-placer node (North-East of Russia). Notes of the Russian Mineralogical Society, no. 3, pp. 18–37, 2020. (In Rus.).
6. Palyanova G. A., Kokh K. A., Seretkin Y. V. Formation of gold and silver sulfides in the Au–Ag–S system. Geology, Geophysics, vol. 52, no. 4, pp. 568–576, 2011. (In Rus.).
7. Proskurin V. F., Palyanova G. A., Karmanov N. S., Bagaeva A. A., Gavrish A. V., Petrushkov B. S. The first discovery of yutenbogaardtite on the Taimyr (Final ore occurrence). Reports of the Academy of Sciences USSR, vol. 441, no. 4, pp. 527–531, 2011. (In Rus.).
8. Savva N. E., Palyanova G. A. Genesis of gold and silver sulfides at the Ulakhan deposit (North-East of Russia). Geology, Geophysics, vol. 48, no. 10, pp. 1028–1042, 2007. (In Rus.).
9. Spiridonov A. M., Zorina L. D., Kitaev N. A. Gold-bearing ore-magmatic systems Transbaikalia. Novosibirsk: GEO, 2006. (In Rus.).
10. Timofeevsky D. A. Geology and mineralogy of the Darasun gold ore region. M.: Nedra, 1972. (In Rus.).
11. Yurgenson G. A. The first data on uytenbogaardtite in the ore of the Taseevsky gold and silver deposit in Eastern Transbaikalia (Russia). Bulletin of Transbaikalian State University, vol. 28, no. 6, pp. 26–36, 2022. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-6-26-36. (In Rus.).
12. Yurgenson G. A., Yurgenson T. N. Darasunskoye ore field. Deposits of Transbaikalia. Vol. 1. Book 2. Chita; Moscow: Geoinformmark, 1995. pp. 3–18. (In Rus.).
13. Barton M. D., Kieft C., Burke E. A. J., Oen I. S. Uytenbogaardtite, a new silver-gold sulfide. Canadian Mineralogy, vol. 16, pp. 651–657, 1978. (In Eng.).
14. Barton P. B. The Ag–Au–S system. Economy, Geology, vol. 75, pp. 303–316, 1980. (In Eng.).
15. Castor S. B., Sjoberg J. J. Uytenbogaardtite, Ag₃AuS₂, in the Bullford mining district, Nevada. Canadian Mineralogy, vol. 31, pp. 89–98, 1993. (In Eng.).
16. Greffie C., Bailly L., Milesi J.-P. Supergene alteration of primary ore assemblages from low-sulfidation Au-Ag epithermal deposits of Pongkor, Indonesia, and Nazareno, Peru. Economy, Geology, vol. 97, no. 3, pp. 61–571, 2002. (In Eng.).
17. Pavlova G., Gushchina L., Borisenko A., Palyanova G. Forming conditions for Au-Sb and Ag-Sb ore according to thermodynamic modeling data. J. Mater. Sci, vol. 41, pp. 6055–6064, 2006. (In Eng.).
18. Pekov I. V. Minerals first discovered on the territory of the Soviet Union. Moscow: OP, 1998. (In Eng.).

Информация об авторе

Юргенсон Георгий Александрович, д-р геол.-минерал. наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия; yurgga@mail.ru. Область научных интересов: минералогия, геохимия, геология рудных месторождений, рудогенез, геммология, технологическая минералогия, биогеохимия, археология.

Information about the author

Yurgenson Georgy A., doctor of geological-mineralogical sciences, professor, chief researcher, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Chita, Russia; yurgga@mail.ru. Research interests: mineralogy, geochemistry, geology of ore deposits, ore genesis, gemology, technological mineralogy, biogeochemistry and archeology.

Для цитирования

Юргенсон Г. А. О новой находке ютенбогаардтита в Забайкалье // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 4. С. 44–53. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-44-53.

For citation

Yurgenson G. A. About a new find of yutenbogaardtite in Transbaikalia // Transbaikalian State University Journal. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 44–53. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-44-53.

Научная статья

УДК 550.2

DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-54-64

Особенности использования лимногеологических методов в планетарных исследованиях

**Андрей Андреевич Рассказов¹, Евгений Сергеевич Горбатов²,
Александр Евгеньевич Котельников³, Елена Михайловна Котельникова⁴**

^{1, 3, 4}Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия,

²Институт физики Земли имени О. Ю. Шмидта РАН (ИФЗ РАН), г. Москва, Россия

¹rasskazo@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9508-1576>,

²e.s.gor@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0835-0692>,

³kotelnikov-ae@rudn.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0622-8391>,

⁴kotelnikova-em@rudn.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8909-8953>

Информация о статье:

Статья поступила
в редакцию 23.10.2023

Одобрена после
рецензирования 10.11.2023

Принята к публикации
13.11.2023

Ключевые слова:

Лимногеология,
палеолимнология,
гидросфера, палеоозёра,
планетарные
исследования, планеты
Солнечной системы,
Сатурн, Юпитер, Марс,
метеоритные кратеры,
линейно-эрозионные
тектонические депрессии,
аллювиальные осадки,
осадконакопление в
лимногенных комплексах

Лимногеология – новое, активно развивающееся научное направление, находящееся на пересечении целого ряда секторов смежных дисциплин, таких как лимнология и палеолимнология, литология, структурная геология, палеосейсмология, геология осадочных бассейнов, геология полезных ископаемых и др. Цель исследования – показать возможности использования лимногеологических методов в изучении планет. В работе рассмотрены наиболее характерные современные лимногенные структуры спутника Сатурна Титана (метанэтановые озёра и сухие котловины), отмечено наличие лавовых озёр на поверхности спутника Юпитера Ио, а также водные палеоозерные структуры Марса, указывающие на существование здесь широко развитой гидросферы во «влажный» период. Показано, что озёрные осадочные комплексы Марса повсеместно выполняют кратеры и линейные эрозионно-тектонические депрессии на его поверхности и представлены, как терригенными, так и хемогенными образованиями, указывающими на вероятное существование здесь в прошлом не только пресноводных, но и солёных озёр с минерализованным составом вод. При этом отмечено наличие минералов, формирующихся преимущественно в обстановках водной среды. В частности, в составе осадочных комплексов обнаружены гидротированные сульфаты, гипс, железисто-магниево-слюшистые силикаты, оксиды и гидрооксиды железа. Кроме того, в прибрежных зонах Марсианских палеоозёр отмечены участки высокой концентрации хлористых минералов, указывающих на испарительную концентрацию вероятных рассолов. Установлено, что на современном уровне изучения осадочных комплексов Марса, большие возможности открывает структурно-текстурный анализ лимногенных образований на разных масштабных уровнях, отличающихся высокой степенью обнажённости вследствие длительной ветровой эрозии. Это позволит сделать новые выводы о сейсмотектонической, гидро-, крио- и гляциологической активности этой планеты в период возможного существования на ней плотной атмосферы и обширной гидросферы.

Original article

Features of Using Limnogeologic Methods in Planetary Surveys

**Andrey A. Rasskazov¹, Evgeny S. Gorbatov²,
Alexander E. Kotelnikov³, Elena M. Kotelnikova⁴**

^{1, 2, 4}Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia,

²Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences (IPE RAS), Moscow, Russia

¹rasskazo@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9508-1576>,

²e.s.gor@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0835-0692>,

³kotelnikov-ae@rudn.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0622-8391>,

⁴kotelnikova-em@rudn.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8909-8953>

Information about the article:

Received 23 October, 2023

Approved after review

10 November, 2023

Accepted for publication

13 November, 2023

Limnogeology is a new, actively developing scientific field located at the intersection of a whole sector of related disciplines, such as limnology and paleolimnology, lithology, structural geology, paleoseismology, sedimentary basin geology, mineral geology and others. Due to its comprehensive and systematic nature, it is increasingly applied in planetary studies. The purpose of the study is to show the potential use of Limnogeologic method in the study of planets. The paper considers the most characteristic modern limnogenic structures of Saturn's satellite Titan

Keywords:

Limnogeology, paleolimnology, hydrosphere, paleo-lakes, planetary studies, solar system planets, Saturn, Jupiter, Mars, meteorite craters, linear-erosional tectonic depressions, alluvial sediments, sedimentation in limnogenic complexes

(methane-ethane lakes and dry basins), notes the presence of lava lakes on the surface of Jupiter's satellite Io, as well as water paleo-lake structures of Mars, indicating the existence of a widely developed hydrosphere during the "wet" period. It is shown that the Mars lacustrine sedimentary complexes are widely represented by craters and linear erosion-tectonic depressions on its surface and are represented by both terrigenous and chemogenic formations, indicating the probable existence here in the past not only freshwater but also saline lakes with mineralized water composition. At the same time, the presence of minerals formed predominantly in the aquatic environment was noted. In particular, hydrated sulfates, gypsum, iron-magnesium layered silicates, iron oxides and hydroxides were found in the composition of sedimentary complexes. In addition, the coastal zones of the Martian paleo-lakes contain areas of high concentration of chloride minerals, indicating evaporative concentration of probable brines. It is established that at the current level of study of sedimentary complexes of Mars, the structural and textural analysis of limnogenic formations at different scales, characterized by a high degree of exposure due to prolonged wind erosion, offers great opportunities. This will make it possible to draw new conclusions about seismotectonic, hydro-, cryo-, and glaciological activity of this planet during the period of possible existence of a dense atmosphere and extensive hydrosphere on it.

Введение. В связи с активным изучением космоса в последнее время возрос интерес к планетарным исследованиям и, в частности, планет Солнечной системы, в том числе Марса – одного из наиболее изученных объектов, обследование которого интенсивно проводится с учётом достижений и возможностей современной космической техники [16–19]. Этим определяется актуальность исследований. **Цель исследования** – показать возможности использования лимногеологических методов в изучении планет. Задачи исследования – сравнение последствий возможного поведения твёрдого жидкой среде на других планетах (Марс, спутники Сатурна и Юпитера). В частности, лимногеологические процессы на Марсе могут служить аналогом процессов формирования осадочных комплексов на Земле в периоды существования на Марсе водной среды.

Методология и методы исследования. В качестве методы исследований использовались базовые методологии, применяемые в палеолимнологии, литологии, четвертичной геологии и других геологических дисциплинах, где изучаются осадочные процессы. Например, при исследовании Марса использовались геоморфологический, формационный и фациальный виды анализов, при этом одним из основных предметов исследований, наряду с отложениями возможных водных потоков, выступают кольцевые структуры, среди которых преобладают метеоритные кратеры на поверхности Марса.

Основная задача лимногеологии – изучение геологических особенностей разновозрастных озёрных структур, в том числе геологического строения и истории формирования озёрных котловин, озёрной седиментации,

фациальной структуры озёрных комплексов и литогенетических особенностей их развития [1; 3]. Кроме того, строение озёрных комплексов рассматривается в качестве палеоархивов не только эволюционных процессов, но и катастрофических событий.

Становление лимногеологии в качестве самостоятельного геологического направления обусловлено тем, что сегодня преимущественно с озёрными условиями связывают образование, в обстановках рифтогенеза, нижних осадочных комплексов платформенных бассейнов [14]. Существенную роль в лимногеологии играют вопросы эволюции озёрного седиментолитогенеза. Значительная часть исследований в области лимногеологии традиционно сосредоточена на накоплении не только геологических, но и палеолимнологических данных, восстановленных по осадочным летописям современных и древних озёр [4; 5].

Озёрные комплексы – чуткие индикаторы тектонических движений, активных разломов и сейсмических воздействий [8]. Анализ мощности озёрных комплексов позволяет выявить в динамике распределение отрицательных тектонических движений по площади. Деформационные структуры сейсмического разжижения в озёрных комплексах служат индикаторами интенсивности и возраста сейсмических воздействий. Выработаны типоморфные структурно-литологические признаки сейсмиков [2], позволяющие различать эти нарушения среди нарушений литогенного и криогенного генезиса, что имеет важное практическое значение в палеосейсмологии.

Разработанность темы. Лимногеология, благодаря своему комплексному и системному характеру, находит всё большее

применение в планетарных исследованиях. Лимногенные структуры могут существовать на поверхностях планет и спутников при условии наличия жидкой фазы различного состава – воды, скоплений углеводородов, расплавов силикатов, металлов, серы и др. Лавовые озёра из расплавленной серы известны на спутнике Юпитера Ио. Сообщается об обнаружении озёр под поверхностью ледяных спутников Юпитера (Европа, Ганимед, Каллисто) и Сатурна (Энцелад), возможно подобных озеру Восток в Антарктиде.

Лимногеология – междисциплинарное научное направление, активно развивающееся на пересечении целого ряда секторов смежных дисциплин, таких как лимнология и палеолимнология, литология, структурная геология, палеосейсмология, геология осадочных бассейнов, геология полезных ископаемых и др. Хотя лимногеология возникла на базе географических исследований, основная задача этого направления – изучение геологических особенностей разновозрастных озёрных структур, в том числе геологического строения и истории формирования озёрных котловин, озёрной седиментации, фациальной структуры озёрных комплексов и литогенетических особенностей их развития, анализ условий образования лимногенных полезных ископаемых и их прогнозирование [1; 3]. Кроме того, строение озёрных комплексов рассматривается в качестве палеоархивов не только эволюционных процессов, но и катастрофических событий (землетрясения, цунами, наводнения). Важное влияние на становление лимногеологии оказали геологи-нефтяники, разработавшие теоретические концепции на базе глобальных обобщений о типах озёрных осадочных бассейнов с характерной фациальной структурой, спецификой напластования литофаций, комплексом нефтегазогенерирующей органики. Такой генетический характер типизации описывает геохимические особенности лимногенных углеводородов, месторождения которых обеспечивают порядка 20 % мировой добычи этого сырья на нашей планете. Формирование и развитие отечественной лимногеологии относится к 90-м гг. XX в. Становление лимногеологии в качестве самостоятельного геологического направления обусловлено тем, что сегодня преимущественно с озёрными условиями связывают образование, в обстановках рифтогенеза, нижних осадочных комплексов

платформенных бассейнов [14]. Существенную роль в лимногеологии играют вопросы эволюции озёрного седиментолитогеоза. Лимногеология, благодаря своему комплексному и системному характеру, всё большее становится частью планетарных исследований. Лимногенные структуры могут существовать на поверхностях планет и спутников при условии наличия жидкой фазы различного состава – воды, скоплений углеводородов, расплавов силикатов, металлов, серы и др. Лавовые озёра из расплавленной серы известны на спутнике Юпитера Ио, также сообщается об обнаружении озёр под поверхностью ледяных спутников Юпитера – Европы. Рассмотрим наиболее характерные лимногенные структуры планет и спутников Солнечной Системы.

Результаты исследования. Лимногенные структуры Титана. Наиболее интересным и единственным кроме Земли примером обнаружения озёр на твёрдой поверхности космических тел стал самый крупный спутник Сатурна – Титан, отличающийся очень плотной, непрозрачной атмосферой азотно-метанового состава. На радарных изображениях поверхности Титана, полученных автоматической межпланетной станцией «Кассини-Гюйгенс», обнаружены многочисленные бассейны поперечником от километра до сотен километров, заполненные смесью жидких углеводородов (метана и этана) при температуре около $-179\text{ }^{\circ}\text{C}$. На полученных радарных снимках поверхности Титана озёра выявляются как очень гладкие поверхности, создающие блики при наблюдении лимба космического тела с тёмного полушария или выглядящие на светлом полушарии как тёмные по сравнению с окружающей сушей пятна, с чёткими границами. В марте 2007 г. космический зонд «Кассини» обнаружил в районе Северного полюса несколько гигантских озёр, крупнейшее из которых (Море Кракена) достигает в длину 1 000 км и по площади сравнимо с Каспийским морем, ещё одно (Море Лигеи) при площади 100 000 км² превосходит любое из земных пресноводных озёр.

Озёра спутника Сатурна Титана, как и земные водоёмы, имеют различную форму – от почти круглой до неправильной (рис. 1). Береговые линии озёр обычно плавные и чёткие. Встречаются более светлые области (сухие котловины), напоминающие высохшие озёра. Озёра, как правило, располага-

ются в равнинных областях и сосредоточены в основном на северном полушарии, что можно объяснить сезонными изменениями (каждый из четырёх сезонов длится на Титане 7.5 земных лет), при которых метан высыхает в водоёмах одного полушария и переносится в другое. Обнаружены также разнообразные дренажные каналы (реки, протоки), впадающие в озёра с прилегающих районов или соединяющие их с другими бассейнами.

Озёра Титана в основном заполняются атмосферными осадками, а также жидкими углеводородами, поступающими из недр. Для объяснения происхождения озёр группа исследователей из Европейского космического агентства под руководством Томаса Корнета (Thomas Cornet) предложила механизм, аналогичный образованию карстовых воронок на нашей планете, однако скорость растворения углеводородных пород согласно построенной модели в 30 раз меньше, чем для осадочных на Земле.

Палеолимногенные структуры Марса. В последние десятилетия на Марсе обнаружены многочисленные следы исчезнувших озёр, которые присутствовали во многих районах планеты и были распространены либо в крупных метеоритных кратерах и бассейнах, либо в линейных тектонических или эрозионных впадинах. В последнем случае озёра образовывали цепочки связанных

между собой бассейнов [10]. Доказательством длительного существования озёрных бассейнов на Марсе являются оканчивающиеся дельтами эрозионные каналы, впадающие в кратеры и другие (тектонические) депрессии (рис. 2а). При этом во впадинах сухие каналы обрываются обычно на одной высоте, фиксирующей уровень палеоозёра. Другими свидетельствами существования озёр являются береговые линии и террасы, обнаруживаемые на разных уровнях во многих депрессиях [6]. Геологическими следами существования озёрных бассейнов являются препарированные эрозией слоистые осадочные толщи, хорошо выраженные на детальных космоснимках в виде субгоризонтальных или слегка наклоненных чередующихся светлых и тёмных слоёв мощностью 1–10 м (рис. 2б).

На юге планеты, к востоку от кратера Холдена диаметром около 140 км, расположена эрозионно-тектоническая долина Эритрея, где были обнаружены следы трёх высохших озёр (рис. 3). Общая длина озёрной системы превышает 40 км, ширина бассейнов достигала одного километра, а максимальная глубина – около 100 м. Анализ данных дистанционного зондирования показал, что флювиальные отложения образовались после формирования кратера Холдена, возраст которого составляет около 3,5–3,7 млрд лет.

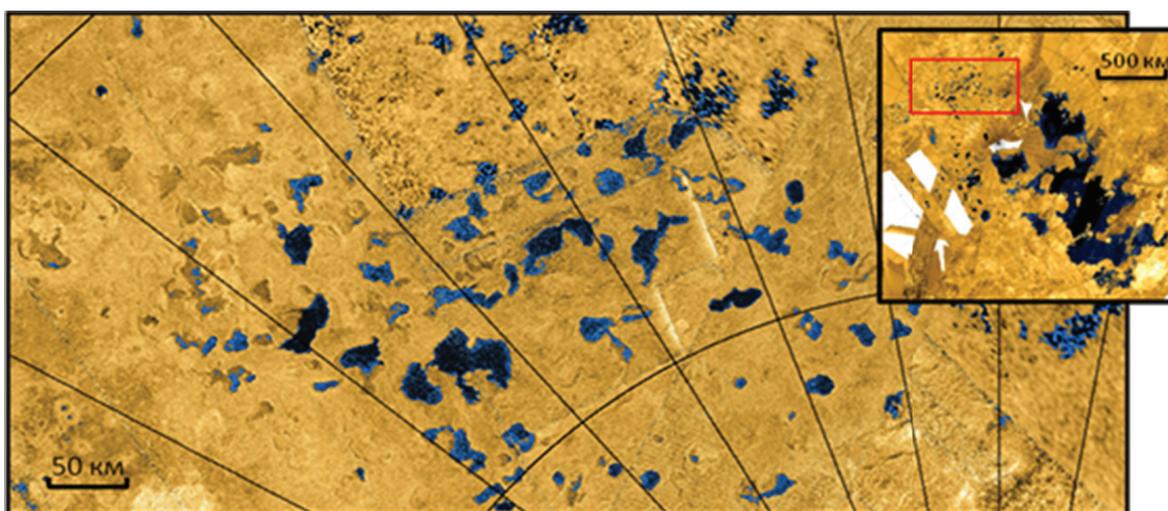


Рис. 1. Углеводородные озёра и сухие котловины в районе Северного полюса Титана. Радарное изображение (Источник: NASA/JPL-Caltech/ASI/USGS, 2013 г.) / **Fig. 1.** Hydrocarbon lakes and dry troughs in Titan's North Pole region. Radar image (Source: NASA/JPL-Caltech/ASI/USGS, 2013)

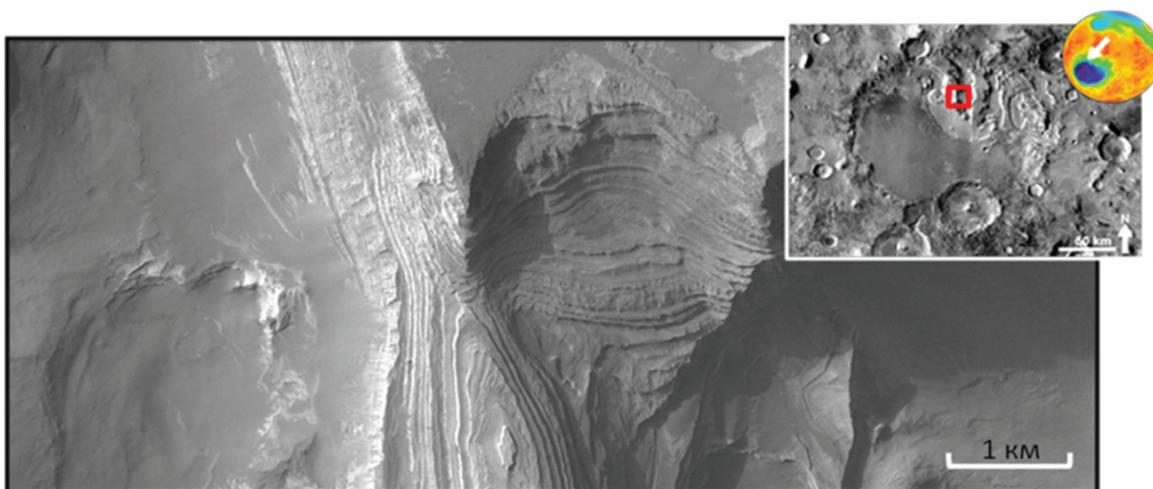
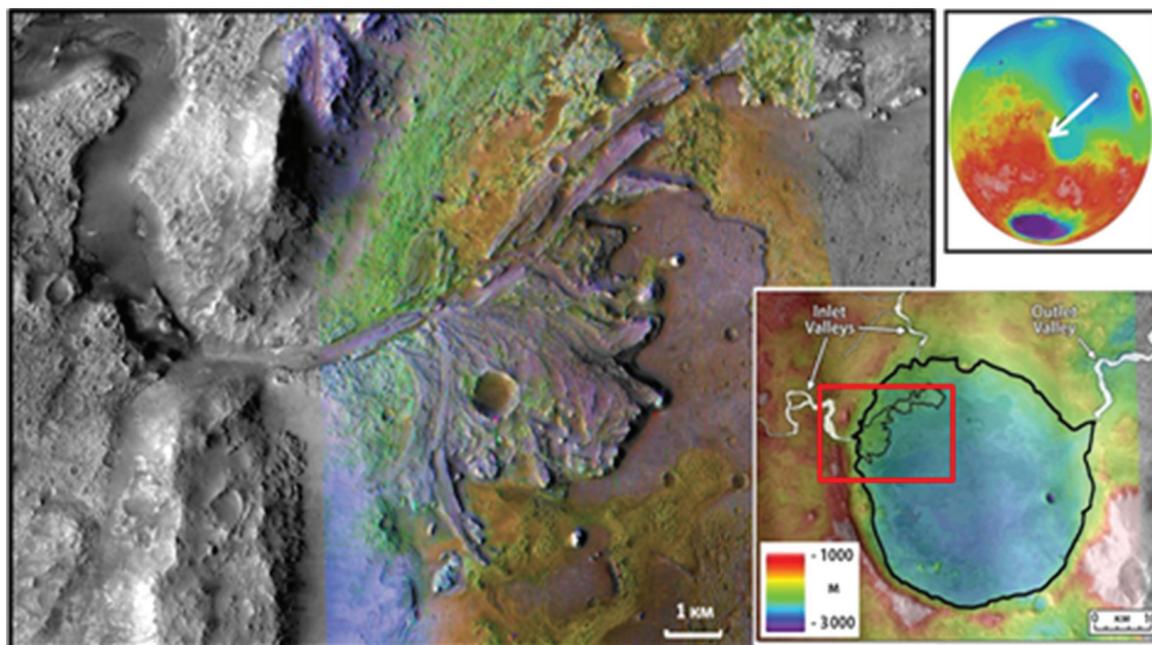


Рис. 2. Геоморфологические структуры на Марсе: а – аллювиальная дельта и подводящие сухие русла в кратере Джезеро, выполненном озёрными отложениями. Снимок Mars Global Surveyor¹; б – субгоризонтальные эродированные слои озёрных отложений, слагающих возвышенность северной части кратера Терби. Снимок NASA/MSSS Mars Global Surveyor (PSP_001596_1525) / **Fig. 2.** Geomorphologic structures on Mars: а – Alluvial delta and submarine dry channels in Jezero crater made by lake sediments. Mars Global Surveyor image; б – subhorizontal eroded layers of lake sediments composing the uplands of the northern part of Terby Crater. Image: NASA/MSSS Mars Global Surveyor image (PSP_001596_1525)

¹ Источник: Ancient Martian lake system records two water-related events. – URL: <https://news.brown.edu/articles/2015/03/jezero> (дата обращения: 21.08.2023). – Текст: электронный.

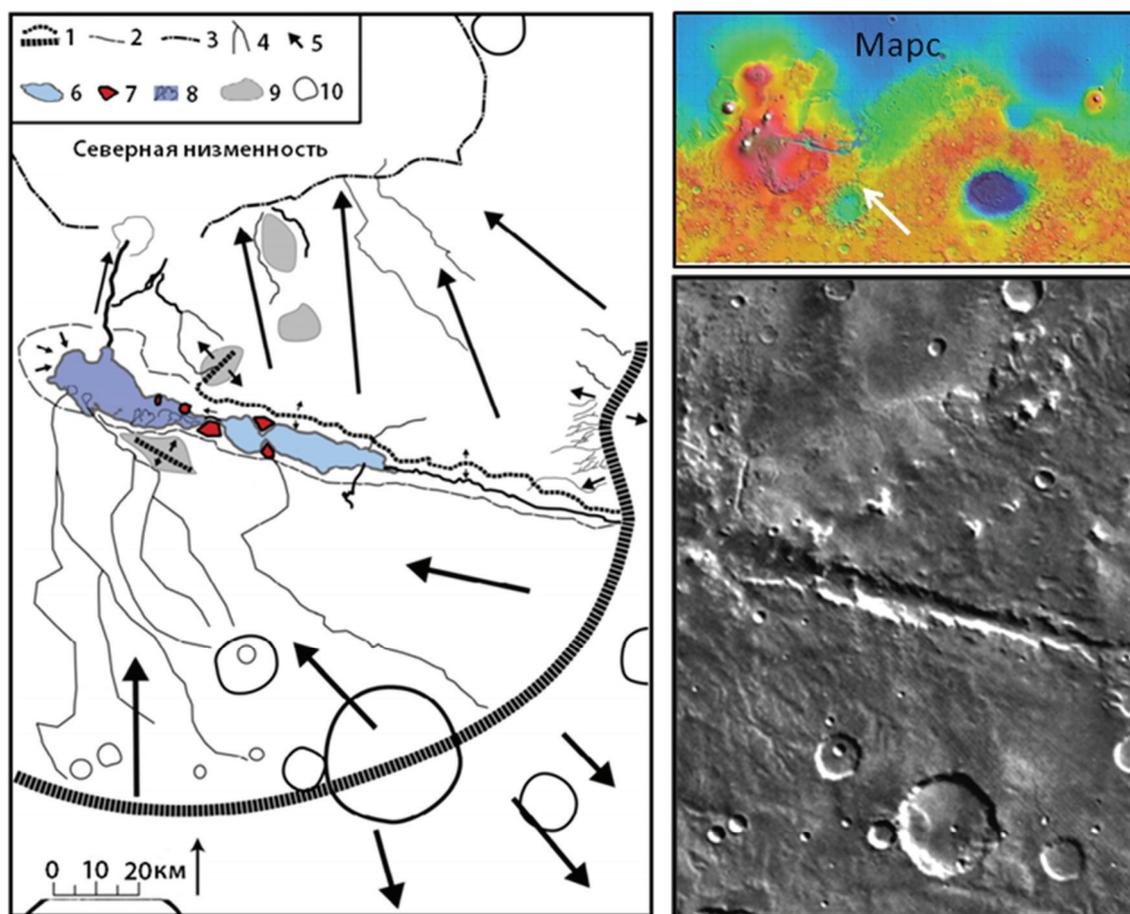


Рис. 3. Геоморфологическая схема палеоозёр и их бассейнов в долине Эритрея и снимок района дешифрирования камерой HiRISE¹ 1 – водоразделы; 2 – граница долины; 3 – граница низменности; 4 – речные долины (эрозионные каналы); 5 – направления стока; 6 – палеоозёра; 7 – тела обвалов; 8 – аллювиальные дельты в озёрных бассейнах; 9 – коренные массивы; 10 – ударные кратеры / **Fig. 3.** Geomorphologic scheme of paleo-lakes and their basins in the Eritrea Valley and image of the interpretation area using HiRISE camera.

1 – watersheds; 2 – valley boundary; 3 – lowland boundary; 4 – river valleys (erosion channels); 5 – flow directions; 6 – paleo-lakes; 7 – rockslide bodies; 8 – alluvial deltas in lake basins; 9 – bedrock massifs; 10 – impact craters

Обнажённая озёрно-дельтово-аллювиальная толща обнаружена на склонах кратера и центрального пика, а её полная мощность свидетельствует об общей длительности (с перерывами) осадконакопления от 10 000 до 10 млн лет, что указывает на влажный климат, обеспечивающий активность эрозионных процессов в дренажном бассейне кратера и аккумулятивных в самой депрессии. Пятная водная эрозия кратерного вала обеспечивала поступление рыхлого материала, который заполнял кратер, продвигаясь к его центру. Анализ стратиграфии обнаженных озёрных комплексов с учётом средних скоростей озёрного осадконакопления в земных условиях показал, что кратерные палеоозёра

могли существовать непрерывно в течение 100–10 000 лет [9].

Пресноводная озёрная формация (Мюррей) имеет общую мощность 150 м и характеризуется тонкой (ленточной) слоистостью с миллиметровой толщиной слоев, характерной для ледниковых озёр Земли.

Слоистость этих отложений хорошо проявляется благодаря ветровой препарировке обнажений. В составе формации выделяются следующие типы фаций: тонкослоистый аргиллит (дистальные зоны озёр относительно дельт с неподвижной средой осаждения), переслаивание аргиллита и алевrolита (их проксимальные аналоги), песчаники с перекрестной слоистостью и конгломерат. Обра-

¹ HiRISE Browse Map. – URL: <https://www.uahirise.org/hiwish/browse> (дата обращения: 21.06.2023). – Текст: электронный.

щает на себя внимание отсутствие в варвных аргиллитах знаков ряби и трещин усыхания, что говорит о длительном, достаточно глубоководном осадконакоплении и отсутствии придонных течений. Песчаники с перекрестной слоистостью состоят из хорошо сортированных, округлых зёрен и образуют линзы в слоистых аргиллитах. По-видимому, эти фации накапливались в озёрных бассейнах в условиях донных течений, либо в результате врезания речных долин в периоды низкого стояния уровня палеоозёра. В толще озёрных аргиллитов, пробуренных марсоходом "Curiosity" в заливе Йеллоунайф в днище кратера, обнаружены смектитовые глины.

На фотографиях, сделанных марсоходом по пути к центральному пику кратера Гейла, кроме обнажений озёрных отложений, обнаружены геоморфологические следы более поздней флювиальной активности, сформированных реками при их впадении в водоём. В целом, в кратере Гейла обнаружено множество пролювиально-делювиальных конусов выноса и аллювиальных дельт, которые маркируют уровни палеоозёра. Озеро, несколько раз высыхало и вновь наполнялось водой, стекающих с окружающих горных вершин. Доказательством этого являются системы многоуровневых дельт [15].

Минеральный состав озёрных комплексов. Дистанционный анализ минералогического состава осадочных горных пород (создание минералогических карт поверхности), выполненный спектрометром видимого и ближнего инфракрасного излучения (CRISM), установленным на борту космического аппарата "Mars Reconnaissance Orbiter", показывает, что эти отложения содержат минералы, формирующиеся только в водной среде. В частности, в составе осадочных пород обнаружены гидратированные сульфаты (алунит, ярозит, эпсомит, кизерит), гипс, железисто-магниево-слоистые силикаты (серпентин, тальк, сапонит, глауконит, смектит, каолинит), оксиды и гидрооксиды железа (гематит, гетит, гидрогетит), цеолиты и др. Выявление сульфатов железа может говорить о вероятной гидротермальной активности в глубоководных озёрных бассейнах. Кроме того, в береговых зонах крупных бассейнов обнаружены полосы высоких концентраций хлористых минералов, указывающие на испарительную концентрацию рассолов в прибрежных зонах палеоозёр. Данные детального спектрального анализа отложений кратера Маклафлин [12] демонстрируют насыщение

донных отложений этого озёра продуктами серпентинизации оливина и пироксена, обнаруженного в глубоководных отложениях этого кратера и местных коренных магматических породах ультраосновного состава. Подобные процессы в озёрной среде древнего Марса представляют интерес для астробиологии, поскольку они обогащали поверхностные воды Fe^{2+} , Mg^{2+} , CO_2 , H_2 и CH_4 , что на Земле благоприятно для жизнедеятельности хемосинтезирующих бактерий.

Проанализированы рентгеновские дифрактограммы кернов из озёрных аргиллитов формации Мюррей (кратер Гейла), позволившие определить содержание минералов, уточнить особенности их кристаллохимии, и содержание рентгеноаморфных веществ [13]. Сравнение полученных данных показали вариации минерального состава отложений снизу вверх по стратиграфической колонке от преобладающих слоистых силикатов, плагиоклаза, пироксена, аутигенного гематита и ярозита до кристаллического и аморфного кремнезема и магнетита с уменьшением содержания микроэлементов Zn, Ni и Mn, что отвечает вероятному постепенному переходу окислительной и возможно кислой среды эвапоритовых озёр в восстановительную и щелочную разбавленных водоёмов.

Палеоклиматические условия существования палеоозёр. В настоящее время большинство планетологов считают, что на Марсе в прошлом была жидкая вода, однако пока отсутствуют надёжные данные относительно рубежа времени, когда жидкая вода исчезла, и планета стала сухой. Большинство исследователей считает, что это случилось около 3–3,5 миллиардов лет назад (на границе, так называемой, Ноевой и Гесперианской эпохи), однако некоторые данные указывают, что это могло произойти значительно позже.

Источником воды, питающей палеоозёра, могли быть подземные резервуары, дожди или тающие льды.

В некоторых кратерах, заполненных в определённые периоды озёрными бассейнами, обнаружены следы активности ледниковых процессов, которые указывают на частичное или полное промерзание озёр в связи с климатическими изменениями. Например, множество следов деятельности ледников (извилистые озы, ледниковые цирки, U-образные троговые долины, друмлины) обнаружены в кратерном бассейне Аргир, вероятно связанных с покровным оледенением.

ем на южном полюсе Марса и частичным замерзанием озёрного бассейна, возможно не промерзавшего до дна, вследствие наличия гидротермальной активности [7].

Выводы. Лимногенные структуры планет и спутников Солнечной системы характеризуются разнообразием составов, образующих озёра, скоплений жидкостей. Наиболее близки к земным палеоозёра Марса, имеющие также водный состав. На основе анализа лимногенных образований Марса показана их принципиальная схожесть с земными структурами, в частности, примечательна тонкая варвная слоистость озёрных фаций и характерные клиноформные фациальные переходы озёрных в аллювиальные осадки, типичные и для озёрных осадочных формаций нашей планеты. Собранные данные свидетельствуют о наличии на Марсе, как пресноводных, так и солёных палеоозёр. Пониженная сила тяжести Марса должна была сказаться на особенностях дифференциации терригенных осадков в процессе их транспортировки и осадконакопления в водной среде, что должно найти отражение в вещественных и текстурно-структурных характеристиках

озёрных отложений. Выявление этих особенностей станет возможным при дальнейшем накоплении детальной информации по лимногенным структурам Марса.

На современном уровне изученности лимногенных структур Марса и в условиях сравнительной ограниченности физических и физико-химических методов исследования этих образований, большие возможности открывает структурный анализ лимногенных осадков и пород в многочисленных естественных обнажениях в кратерах Марса. В частности, анализ разрывной и складчатой тектоники с выявлением возможных сейсмиков в лимногенных образованиях, позволит сделать выводы о сейсмотектонической активности этой планеты в период существования на ней плотной атмосферы и гидросферы. Так, в ограниченных стратиграфических интервалах осадочных комплексов крупнейшей эрозионно-тектонической долины Марса – Маринера, обнаружены интенсивные поверхностные складчато-разрывные структуры [11] в виде крупных тектонических складок, бассейнов пулл-апарт, оползневых складок и структур возможного сейсмогенного разжижения осадков.

Список литературы

1. Горбатов Е. С., Колесников С. Ф., Рассказов А. А. Особенности строения и формирования дислокаций в разрезе микулинских (Q31) озёрных осадков Дмитровского карьера (Московская область) // Вопросы инженерной сейсмологии. 2022. Т. 49, № 2. С. 41–55. DOI: 10.21455/VIS2022.2-2.
2. Горбатов Е. С., Корженков А. М., Колесников С. Ф., Рассказов А. А., Родина С. Н., Варданян А. А. Особенности генезиса конволюций в озёрных комплексах регионов со сравнительно низкой (Балтийский щит) и высокой (Тянь-Шань) палеосейсмической активностью // Геология и геофизика. 2022. Т. 63, № 5. С. 709–728. DOI: 10.15372/GiG2021103.
3. Рассказов А. А., Горбатов Е. С., Котельников А. Е. Особенности формирования лимногенных полезных ископаемых // Вестник Российского университета дружбы народов. 2021. Т. 22, № 2. С. 225–233. DOI: 10.22363/2312-8143-2021-22-2-225-233.
4. Рассказов А. А., Горбатов Е. С. Лимногеология и эволюция озёрного литогенеза. М.: Ин-т физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, 2019. 192 с.
5. Рассказов А. А., Горбатов Е. С. Основы лимногеологии. М.: РУДН, 2021. 200 с.
6. Lakes on Mars. Elsevier / eds Cabrol N., Grin E. Dutch: Elsevier Science, 2010. 410 p.
7. Carr M. H. The surface of Mars. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. 307 p.
8. Gorbatov E. S., Korzhenkov A. M., Kolesnikov S. F., Rasskazov A. A., Rodina S. N., Vardanyan H. A. Genesis of Convolutions in Lacustrine Complexes in Regions with Comparatively Low (Baltic Shield) and High (Tien Shan) Paleoseismic Activity // Russian Geology and Geophysics, Elsevier Science BV. 2022. Vol. 63, no. 5. P. 590–606. DOI: 10.2113/RGG20204292.
9. Grotzinger J. et al. Deposition, exhumation, and paleoclimate of an ancient lake deposit, Gale crater, Mars // Science. 2015. Vol. 350. P. 177–188. DOI: 10.1126/science.aac7575.
10. Irwin R. An intense terminal epoch of widespread fluvial activity on early Mars. 2. Increased runoff and paleolake development // Journal of Geophysical Research, 2005. DOI: 10.1029/2005JE002460.
11. Metz J., Grotzinger J., Okubo C., Milliken R. Thin-skinned deformation of sedimentary rocks in Valles Marineris, Mars // Journal of Geophysical Research. 2010. No. 115. DOI: 10.1029/2010JE003593.
12. Michalski J. R., Glotch T. D., Rogers A. D., Niles P. B., Cuadros J., Ashley J. W., Johnson S. S. The geology and astrobiology of McLaughlin crater, Mars: An ancient lacustrine basin containing turbidites, mudstones, and serpentinites // Journal of Geophysical Research. 2019. Vol. 124. P. 910–940. DOI: 10.1029/2018JE005796.

13. Rampe E. B., Ming D., Blake D., Bristow T., Chipera S. Mineralogy of an ancient lacustrine mudstone succession from the Murray formation, Gale crater, Mars // *Earth and Planetary Science Letters*. 2017. Vol. 471. P. 172–185. DOI: 10.1016/j.epsl.2017.04.021.
14. Rasskazov A. A., Gorbatov E. S., Kotelnikov A. E., Kotelnikova E. M. Establishing Formation Features of Limnogenic Minerals // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022. Vol. 988, no. 2. P. 1–7. DOI: 10.1088/1755-1315/988/3/032075.
15. Williams R. M. E., Grotzinger J. P., Dietrich W. E., Gupta S., Sumner D. Y., Wiens R. C. Martian Fluvial Conglomerates at Gale Crater // *Science*. 2013. Vol. 340. P. 1068–1072. DOI: 10.1126/science.1237317.
16. NASA maps the immense methane lakes of Titan. Текст: электронный // *Imaging Resource*. 2013. URL: <https://www.imaging-resource.com/news/2013/12/13/nasa-maps-the-immense-methane-lakes-of-titan-video> (дата обращения: 22.08.2023).
17. Ancient Martian lake system records two water-related events. Текст: электронный // *News Brown University*: [офиц. сайт]. 2015. URL: <https://news.brown.edu/articles/2015/03/jezero> (дата обращения: 10.08.2023).
18. Layers in Terby Crater. Текст: электронный // *HIRISE*. University of Arizona: [офиц. сайт]. 2007. URL: <https://news.brown.edu/articles/2015/03/jezero> (дата обращения: 10.08.2023).
19. HiRISE Browse Map. Текст: электронный // *HIRISE*. University of Arizona: [офиц. сайт]. 2023. URL: <https://www.uahirise.org/hiwish/browse> (дата обращения: 10.08.2023).

References

1. Gorbatov E. S., Kolesnikov S. F., Rasskazov A. A. Features of the Structure and Formation of Dislocations in the Section of the Mikulinsky (Q3.1) Lacustrine Sediments of the Dmitrov Quarry (Moscow Region). *Problems of Engineering Seismology*, vol. 49, no 2, pp. 41–55, 2022. DOI: 10.21455/VIS2022.2-2. (In Rus.).
2. Gorbatov E. S., Korzhenkov A. M., Kolesnikov S. F., Rasskazov A. A., Rodina S. N., Vardanyan A. A. Genesis of Convolutions in Lacustrine Complexes in Regions with Comparatively Low (Baltic Shield) and High (Tien Shan) Paleoseismic Activity. *Geology and Geophysics*, vol. 63, no. 5, pp. 709–728, 2022. DOI: 10.15372/GiG2021103. (In Rus.).
3. Rasskazov A. A., Gorbatov E. S., Kotelnikov A. E. Features of formation of lacustrine mineral resources. *RUDN Journal of Engineering Researches*, vol. 22, no. 2, pp. 225–233, 2021. DOI: 10.22363/2312-8143-2021-22-2-225-233. (In Rus.).
4. Rasskazov A. A., Gorbatov E. S. *Limnogeology and evolution of lake lithogenesis*. Moscow: IFZ RAS, 2019. (In Rus.).
5. Rasskazov A. A., Gorbatov E. S. *Fundamentals of limnogeology*. Moscow: RUDN, 2021. (In Rus.).
6. *Lakes on Mars*. Elsevier. Eds: Cabrol N., Grin E. Dutch: Elsevier Science, 2010. (In Eng.).
7. Carr M. H. *The surface of Mars*. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. (In Eng.).
8. Gorbatov E. S., Korzhenkov A. M., Kolesnikov S. F., Rasskazov A. A., Rodina S. N., Vardanyan A. A. Genesis of Convolutions in Lacustrine Complexes in Regions with Comparatively Low (Baltic Shield) and High (Tien Shan) Paleoseismic Activity. *Russian Geology and Geophysics*, vol. 63, no. 5, pp. 590–606, 2022. DOI: 10.2113/RGG20204292. (In Eng.).
9. Grotzinger J. Deposition, exhumation, and paleoclimate of an ancient lake deposit, Gale crater, Mars. *Science*, vol. 350, pp. 177–188, 2015. DOI: 10.1126/science.aac7575. (In Eng.).
10. Irwin R. An intense terminal epoch of widespread fluvial activity on early Mars: 2. Increased runoff and paleolake development. *Journal of Geophysical Research*, no. 110, 2005. DOI: 10.1029/2005JE002460. (In Eng.).
11. Metz J., Grotzinger J., Okubo C., Milliken R. Thin-skinned deformation of sedimentary rocks in Valles Mars. *Journal of Geophysical Research*, no. 115, 2010. DOI: 10.1029/2010JE003593. (In Eng.).
12. Michalski J. R., Glotch T. D., Rogers A. D., Niles P. B., Cuadros J., Ashley J. W., Johnson S. S. The geology and astrobiology of McLaughlin crater, Mars: An ancient lacustrine basin containing turbidites, mudstones, and serpentinites. *Journal of Geophysical Research*, no. 124, pp. 910–940, 2019. DOI: 10.1029/2018JE005796. (In Eng.).
13. Rampe E. B., Ming D., Blake D., Bristow T., Chipera S. Mineralogy of an ancient lacustrine mudstone succession from the Murray formation, Gale crater, Mars. *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 471, pp. 172–185, 2017. DOI: 10.1016/j.epsl.2017.04.021. (In Eng.).
14. Rasskazov A. A., Gorbatov E. S., Kotelnikov A. E., Kotelnikova E. M. Establishing Formation Features of Limnogenic Minerals. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 988, no. 2, pp. 1–7, 2022. DOI: 10.1088/1755-1315/988/3/032075. (In Eng.).
15. Williams R. M. E., Grotzinger J. P., Dietrich W. E., Gupta S., Sumner D. Y., Wiens R. C. Martian Fluvial Conglomerates at Gale Crater. *Science*, vol. 340, no. 6136, pp. 1068–1072, 2013. DOI: 10.1126/science.1237317. (In Eng.).

16. NASA maps the immense methane lakes of Titan. Imaging Resource. 2013. Web. 22.08.2023. <https://www.imaging-resource.com/news/2013/12/13/nasa-maps-the-immense-methane-lakes-of-titan-video>. (In Eng.).
17. Ancient Martian lake system records two water-related events. News Brown University. 2015. Web. 10.08.2023. <https://news.brown.edu/articles/2015/03/jezero>. (In Eng.).
18. Layers in Terby Crater. HiRISE. University of Arizona. 2007. Web. 10.08.2023. <https://news.brown.edu/articles/2015/03/jezero>. (In Eng.).
19. HiRISE Browse Map. HiRISE. University of Arizona. 2023. Web. 10.08.2023. <https://www.uahirise.org/hiwish/browse>. (In Eng.).

Информация об авторах

Рассказов Андрей Андреевич, д-р геол.-минерал. наук, профессор, профессор департамента недропользования и нефтегазового дела, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия; rasskazo@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9508-1576>. Область научных интересов: лимногеология, нерудные и рудные полезные ископаемые, осадочные месторождения.

Горбатов Евгений Сергеевич, канд. геол.-минерал. наук, вед. науч. сотрудник, лаборатория палеосейсмологии и палеогеодинамики, Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия; e.s.gor@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0835-0692>. Область научных интересов: палеосейсмология, осадочные месторождения, озёрные отложения, литология.

Котельников Александр Евгеньевич, канд. геол.-минерал. наук, доцент, директор департамента недропользования и нефтегазового дела, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия; kotelnikov-ae@rudn.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0622-8391>. Область научных интересов: геология, месторождения полезных ископаемых, поиски месторождений.

Котельникова Елена Михайловна, канд. геол.-минерал. наук, доцент департамента недропользования и нефтегазового дела, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, г. Москва, Россия; kotelnikova-em@rudn.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8909-8953>. Область научных интересов: геология, месторождения полезных ископаемых, моделирование, подсчёт запасов.

Information about the authors

Rasskazov Andrey A., doctor of geological sciences, professor, Mineral Developing and Oil&Gas Engineering department, Academy of Engineering, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia; rasskazo@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9508-1576>. Research interests: limnogeology, nonmetallic and ore minerals, sedimentary deposit.

Gorbatov Evgeniy S., candidate of geological sciences, leading researcher, Paleoseismology and Paleogeodynamics laboratory, Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; e.s.gor@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0835-0692>. Research interests: paleoseismology, sedimentary deposits, lacustrine deposits, lithology.

Kotelnikov Alexander E., candidate of geological sciences, associate professor, director, Mineral Developing and Oil&Gas Engineering department, Academy of Engineering, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia; kotelnikov-ae@rudn.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0622-8391>. Research interests: geology, mineral deposits, mineral exploration, search of deposits.

Kotelnikova Elena M., candidate of geological sciences, associate professor, Mineral Developing and Oil&Gas Engineering department, Academy of Engineering, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia; kotelnikova-em@rudn.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8909-8953>. Research interests: geology, mineral deposits, mineral exploration, modeling, reserve estimation.

Вклад авторов в статью

А. А. Рассказов – разработал концепцию статьи (формулирование идеи, исследовательских целей и задач), анализ и обобщение результатов исследования, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Е. С. Горбатов – работа с литературой, проведение исследования, анализ и обобщение результатов исследования, подготовил текст статьи, анализ и обобщение результатов исследования, работа с графическим материалом, проанализировал информацию и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

А. Е. Котельников – работа с литературой, оформление рисунков, проанализировал информацию и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Е. М. Котельникова – работа с литературой, оформление рукописи, проанализировала информацию и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

The authors` contribution to the article

A. A. Rasskazov – developed the concept of the article (formulating the idea, research goals and objectives), analyzing and summarizing the research results, finally approved the published version of the article and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

E. S. Gorbatov – worked with the literature, carried out the research, analyzed and summarized the results of the research, prepared the text of the article, working with graphic material, analyzed the information and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

A. E. Kotelnikov – worked with the literature, figures formatting, analyzed the information and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

E. M. Kotelnikova – worked with the literature, manuscript formatting, analyzed the information and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

Для цитирования

Рассказов А. А., Горбатов Е. С., Котельников А. Е., Котельникова Е. М. Особенности использования лимногеологических методов в планетарных исследованиях // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 4. С. 54–64. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-54-64.

For citation

Rasskazov A. A., Gorbatov E. S., Kotelnikov A. E., Kotelnikova E. M. Features of using limnogeologic methods in planetary surveys // Transbaikal State University Journal. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 54–64. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-54-64.

Научная статья

УДК 536.46; 622.7; 533.6; 522.7

DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-65-72

Анализ эффективности теплосъёма поверхностей нагрева

**Андрей Геннадьевич Батухтин¹, Сергей Геннадьевич Батухтин²,
Александр Игоревич Якубович³, Надежда Сергеевна Кузнецова⁴**

^{1,2,3,4}Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

¹batuhtina_ir@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-3798-3675>,

²batihitin1@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-8876-7764>, ³alexander_yakubovich75@mail.ru,

⁴kuznetsovans@zabgu.ru; <http://orcid.org/0000-0003-0615-8928>

Информация о статье:

Статья поступила
в редакцию 13.11.2023

Одобрена после
рецензирования 15.11.2023

Принята к публикации
17.11.2023

Ключевые слова:

котельный агрегат,
поверхность нагрева,
температура, теплосъём,
паровая и амперная
нагрузка, конвективная
шахта, дымосос,
аэродинамическое
сопротивление,
разряжение, температура
уходящих газов

Изучение энергоэффективности и энергосбережения промышленных котельных агрегатов, в том числе применяемых на горноперерабатывающих предприятиях Забайкальского края, является актуальной темой исследования. Цель исследования – изучение эффективности работы поверхностей нагрева котельных агрегатов. Последовательно решались следующие задачи: оценить теплоперепады на поверхностях нагрева в конвективной шахте в зависимости от скорости дымовых газов, их объёма; выявить зависимость теплосъёма поверхностей нагрева от паровой и амперной нагрузки. Объект исследования – котельный агрегат типа БКЗ-210-140-10. Предмет исследования – характеристики поверхностей нагрева и их аэродинамическое сопротивление. Определены основные задачи исследования, изучены зависимости теплосъёма поверхностей нагрева от паровой нагрузки, сопротивления конвективной шахты и амперной нагрузки дымососов. Приведены результаты экспериментов по изучению теплоперепадов по поверхностям нагрева, теплосъёма от начальной температуры, амперной нагрузки тягодутьевых механизмов, температурной динамики уходящих газов и аэродинамического сопротивления за поверхностями нагрева при расходах перегретого пара от 90 до 210 т/ч. Установлена обратно пропорциональная зависимость теплоперепада на поверхностях нагрева и расхода пара. Показано снижение амперной нагрузки на дымососы и скорости потока отработавших газов в конвективной шахте при разгрузке котлоагрегата. Определено уменьшение аэродинамического сопротивления конвективной шахты, являющееся итогом снижения объёма газов и их скорости. Сделаны выводы об увеличении эффективности теплосъёма поверхностей при уменьшении скорости газов в конвективной части котла, которая напрямую зависит от амперной загрузки дымососов, что обусловлено изменением скорости питательной воды и воздуха в поверхностях нагрева не пропорционально скорости газов, проходящих через конвективную шахту. Определено: чем меньше скорость уходящих газов в конвективной шахте, тем более эффективна теплоотдача в топке и выше КПД.

Благодарность: Работа выполнена и подготовлена в рамках реализации государственного задания Министерства науки и высшего образования (соглашение № 075-03-2023-028/1 от 05.10.2023 г., регистрационный номер в ЕГИСУ НИОКТР 10230222000-2-2.7.3), тема № 123102000012-2 Комплексное исследование аэродинамических характеристик плазменных систем термохимической подготовки топлива.

Analysis of Heat Removal Efficiency of Heating Surfaces

Andrey G. Batukhtin¹, Sergey G. Batukhtin², Alexander I. Yakubovich³,
Nadezhda S. Kuznetsova⁴

^{1,2,3,4}Transbaikal State University, Chita, Russia

¹batuhtina_ir@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-3798-3675>,

²batihntin1@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-8876-7764>, ³alexander_yakubovich75@mail.ru,

⁴kuznetsovans@zabgu.ru; <http://orcid.org/0000-0003-0615-8928>

Information about the article:

Received 13 November, 2023

Approved after review
15 November, 2023

Accepted for publication
17 November, 2023

Keywords:

boiler unit, heating surface,
temperature, heat removal,
steam and ampere load,
convective shaft, smoke
pump, aerodynamic drag,
discharge, exhaust gas
temperature

The study of energy efficiency and energy saving of industrial boiler units, including those used at mining enterprises of the Transbaikal Territory, is an urgent scientific task. The purpose of the work is to study the efficiency of the heating surfaces of boiler units. The following tasks have been consistently solved: assessment of heat transfer on heating surfaces in a convective shaft depending on the flue gas velocity, their volume; identification of the dependence of heat removal of heating surfaces on steam and ampere load. The object of the research is a boiler unit of the BKZ type-210-140-10. The subject of the study is the characteristics of heating surfaces and their aerodynamic resistance. The main tasks of the study are determined; the dependences of the heat removal from heating surfaces on the steam load, the resistance of the convective shaft and the ampere load of the smoke pumps are studied. The experimental results concerning the study of heat transitions on heating surfaces, heat removal from the initial temperature, ampere load of draft mechanisms, temperature dynamics of exhaust gases and aerodynamic drag behind heating surfaces at superheated steam consumption from 90 to 210 tons/hour are presented. An inversely proportional dependence of the heat transfer on the heating surfaces and the steam flow is established. The reduction of the ampere load on the flue pumps and the exhaust gas flow rate in the convective shaft during unloading of the boiler unit is shown. A decrease in the aerodynamic drag of the convective shaft is determined, which is the result of a decrease in the volume of gases and their velocity. Conclusions are drawn about an increase in the efficiency of heat removal of surfaces with a decrease in the velocity of gases in the convective part of the boiler, which directly depends on the ampere loading of the flue pumps, which is due to a change in the velocity of feed water and air in the heating surfaces that is not proportional to the velocity of gases passing through the convective shaft. It is determined that the lower the velocity of the exhaust gases in the convective shaft, the more efficient the heat transfer in the furnace and the higher the efficiency.

Acknowledgment: The work was completed and prepared within the framework of the implementation of the state task of the Ministry of Science and Higher Education (Agreement No. 075-03-2023-028/1 dated 05.10.2023, registration number in the USISU R&D 10230222000-2-2.7.3), topic No. 12310200012-2 Comprehensive study of the aerodynamic characteristics of plasma thermochemical fuel preparation systems.

Введение. Изучение проблем энергоэффективности и энергосбережения не теряет своей актуальности и является одним из приоритетных направлений развития промышленности и экономики. В полной мере это относится к горноперерабатывающей отрасли, которая является базисом экономического развития Забайкальского края¹. Подход к отдельным решениям в горнорудной отрасли имеет специфический характер, однако главным направлением повышения энерго-

эффективности остаётся разработка автономных систем электро- и теплоэнергетики [14], повышения их надёжности, изучения механизмов регуляции [1; 6–8]. Изучение взаимосвязей различных режимных параметров котельных агрегатов, их усовершенствование, оптимизация, несомненно, внесут свой вклад в обеспечение эффективного функционирования горной отрасли нашего края.

Актуальность. Недостатком многих эксплуатирующихся котельных агрегатов является недостаточно эффективная теплоотдача в топке, которая обуславливает высокую температуру уходящих газов (до 250 °С) и низкий коэффициент полезного действия (до 87 %)

¹ Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Забайкальского края на 15.03.2021 г. / ФГБУ «ВСЕГЕИ» в рамках гос. задания Федерального агентства по недропользованию от 14.01.2021 № 049-00016-21-00. – 6 с.

[2; 3; 5; 9]. Для решения этой проблемы необходимо дальнейшее изучение методов интенсификации топочного теплообмена с учётом процессов аэродинамики, распределения градиентов температур, скоростей и полноты протекания окислительных процессов. Одним из путей повышения эффективности использования топлива в котельных установках, и соответственно увеличения их коэффициента полезного действия, уменьшения количества загрязняющих газообразных выбросов, является интенсификация теплообмена и теплоотдачи в топочной камере [11; 13; 15; 16].

Объект исследования – котельный агрегат типа БКЗ-210-140-10. **Предмет исследования** – характеристики поверхностей нагрева и их аэродинамическое сопротивление. **Цель исследования** – изучение эффективности работы поверхностей нагрева котельных агрегатов. Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**: оценка тепловых потерь на поверхностях нагрева в конвективной шахте в зависимости от скорости дымовых газов, их объёма; выявление зависимости теплосъёма поверхностей нагрева от паровой и амперной нагрузки.

Методология и методы исследования. Информационный анализ, патентный поиск, оценка имеющихся научных разработок в области теплосъёма поверхностей нагрева, методы организации теоретических и экспериментальных исследований с использованием лабораторных методов изучения зависимостей теплосъёма поверхностей нагрева от паровой нагрузки, сопротивления конвективной шахты и амперной нагрузки дымососов.

Котельный агрегат типа БКЗ-210-140-10 однопарабанный, вертикально-водот-

рубный, с естественной циркуляцией, газоплотный с мембранными панелями [4; 12]. Номинальные характеристики: производительность 210 т/час; давление в барабане котла 154 кгс/см²; давление перегретого пара 140 кгс/см²; температура перегретого пара 540 °С, температура питательной воды 230 °С [10].

Замеры производились при расходах перегретого пара 90, 120, 150, 180, 210 т/ч. При различных нагрузках изучали следующие параметры: 1) температура уходящих газов за поверхностями нагрева (на выходе из топки, за пароперегревателем, водяным экономайзером (ВЭК), воздухоподогревателем (ВЗП) первой и второй ступеней, за скрубберами); 2) аэродинамическое сопротивление за поверхностями нагрева (пароперегревателем, нижней ступенью воздухоподогревателя – перед и после золоулавливающей установкой); 3) положение шиберов тягодутьевых механизмов (ТДМ) и их амперная нагрузка¹.

Разработанность темы. Учёные энергетического факультета ЗабГУ активно занимаются изучением комплексной научной проблемы развития региональной энергетики путём разработки взаимосвязанных методических подходов, теоретических и экспериментальных исследований, построения математических моделей, направленных на совершенствование технологий тепловой и нетрадиционной энергетики [9; 15], однако вопросы повышения эффективности теплосъёма поверхностей котельных агрегатов в зависимости от режимных параметров изучены недостаточно.

Результаты исследования. Результаты замеров температуры и разряжения по поверхностям нагрева приведены в табл. 1.

Таблица 1 / Table 1

Температура и разряжение по поверхностям нагрева / Temperature and vacuum on heating surfaces¹

Поверхность газового тракта / Surface of the gas path	210 м/ч / 210 т/ч		180 м/ч / 180 т/ч		150 м/ч / 150 т/ч		120 м/ч / 120 т/ч		90 м/ч / 90 т/ч	
	T, °C	Разряжение, мм вод. ст. / Discharge, mm of water art.	T, °C	Разряжение, мм вод. ст. / Discharge, mm of water art.	T, °C	Разряжение, мм вод. ст. / Discharge, mm of water art.	T, °C	Разряжение, мм вод. ст. / Discharge, mm of water art.	T, °C	Разряжение, мм вод. ст. / Discharge, mm of water art.
На выходе из топки / At the exit of the furnace	1103	3	1063	3	965	3	930	3	899	3

¹ Тепловой расчёт котельных агрегатов. Нормативный метод / под ред. Н. В. Кузнецова. – М.: ЭКОЛИТ, 2011. – 296 с.

Окончание табл. 1 / End the table 1

Поверхность газового тракта / Surface of the gas path	210 м ³ /ч / 210 t/h		180 м ³ /ч / 180 t/h		150 м ³ /ч / 150 t/h		120 м ³ /ч / 120 t/h		90 м ³ /ч / 90 t/h	
	T, °C	Разряжение, мм вод. ст. / Discharge, mm of water art.	T, °C	Разряжение, мм вод. ст. / Discharge, mm of water art.	T, °C	Разряжение, мм вод. ст. / Discharge, mm of water art.	T, °C	Разряжение, мм вод. ст. / Discharge, mm of water art.	T, °C	Разряжение, мм вод. ст. / Discharge, mm of water art.
За пароперегревателем, 24 м / Behind the superheater, 24 m	473	15	461,5	13	445	12	427	12,8	428	11
За ВЭК 2 ступень, 21 м / Behind the water economizer 2nd stage, 21 m	421,25	27	410,5	25	398,5	24	381	24	383	21
За ВЗП 2 ступень / Behind the air heater 2nd stage, 21 m	376,5	54	366,5	50	350,25	49	331,25	48	335	45
За ВЭК 1 ступень, 13 м / Behind the water economizer 1st stage, 13 m	275	78	269,25	74	263	73	246	69	253	63
За ВЗП 1 ступень / Behind the air heater 1st stage	175	160	173,5	133	164,25	125	149	95	160	84
За скрубберами / Behind the scrubbers	88	220	86	187	78	175	73	125	69	110

Таблица 2 / Table 2

Теплоперепады по поверхностям нагрева / Heat differences across heating surfaces

Срабатывание температур (°C) / Temperature triggering					
Поверхность нагрева / Heating surface	Нагрузка (м ³ /ч) / Load (t/h)				
	210	180	150	120	90
Пароперегреватели / Superheaters	630,0	601,5	520,0	505,0	471,0
ВЭК 2 ступень / Water economizer 2 stage	51,8	51,0	46,5	46,0	45,0
ВЗП 2 ступень / Air heater 2 stage	44,8	44,0	48,3	49,8	48,0
ВЭК 1 ступень / Water economizer 1 stage	101,5	97,3	87,3	85,3	82,0
ВЗП 1 ступень / Air heater 1 stage	100,0	95,75	98,75	97,00	93,00

Теплоперепады по поверхностям нагрева конвективной шахты в зависимости от температуры приведены в табл. 2.

Так как замеры производились на различной тепловой нагрузке, сравнение теплоперепадов некорректно, поскольку темпера-

тура газов на выходе из топки различна, поэтому для сравнительной оценки рассчитали процент теплосъема (где 100 % – температура на выходе из топки, а искомый процент – температура, поглощаемая поверхностью нагрева). Результат представлен в табл. 3.

Таблица 3 / Table 3

Значения теплосъема от начальной температуры (%) / Heat removal values from initial temperature (%)

Пароперегреватели / Superheaters	100 %				
Пароперегреватели / Superheaters	8,21	8,48	8,94	8,51	10,61
ВЭК 2 ступень / Water economizer 2 stage	7,10	7,32	9,28	10,05	6,76
ВЗП 2 ступень / Air heater 2 stage	16,11	16,17	16,78	16,88	17,07
ВЭК 1 ступень / Water economizer 1 stage	15,87	15,92	18,99	19,21	19,35

Амперная нагрузка электродвигателей тягодутьевых механизмов (ТДМ) приведена в табл. 4.

Графики зависимости теплосъема поверхностей нагрева от паровой нагрузки изображены на рис. 1; сопротивления конвективной шахты и амперной нагрузки дымососов (рис. 2); взаимосвязь теплосъема поверхностей нагрева и амперной нагрузки дымососов (рис. 3).

Как видно из графика на рис. 1, теплосъём на поверхностях нагрева увеличивается обратно пропорционально расходу пара. При разгрузке котлоагрегата снижается амперная нагрузка на дымососы, следовательно, снижается скорость потока отработавших газов в конвективной шахте. Данный факт отражен на рис. 2, 3. Уменьшение аэродинамического сопротивления конвективной шахты является итогом снижения объёма газов и их скорости.

Таблица 4 / Table 4

Амперная нагрузка тягодутьевых механизмов / Ampere loading of draft mechanisms

ТДМ / Draft mechanism	Амперная нагрузка, А / Ampere loading				
Дымосос 1 / Smoke exhauster 1	40,5	39	37,5	37	36,5
Дутьевой вентилятор 1 / Blower fan 1	38,5	38	37	33	21

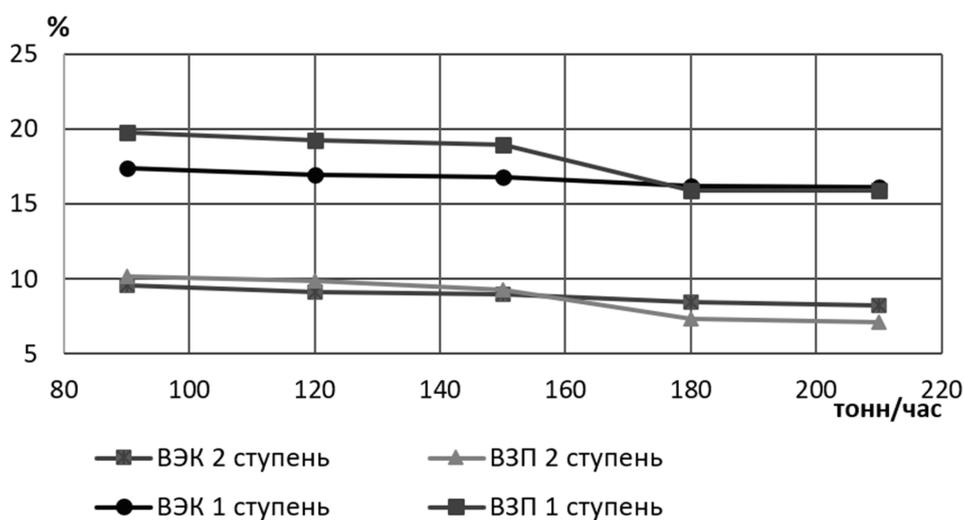


Рис. 1. Зависимость теплосъема поверхностей нагрева от паровой нагрузки /
Fig. 1. Dependence of heat removal from heating surfaces on steam load

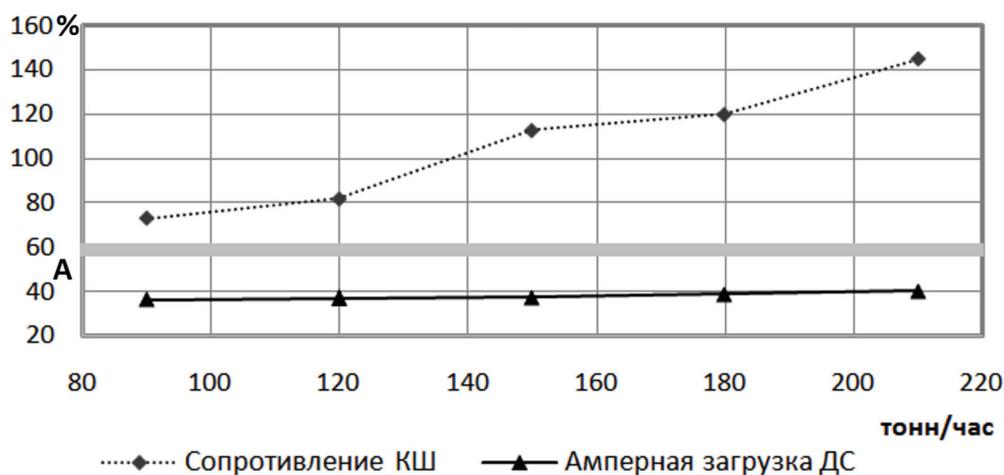


Рис. 2. Сопротивление конвективной шахты (КШ) и амперная нагрузка дымососов (ДС) /
Fig. 2. Resistance of the convective shaft and ampere load of smoke exhausters

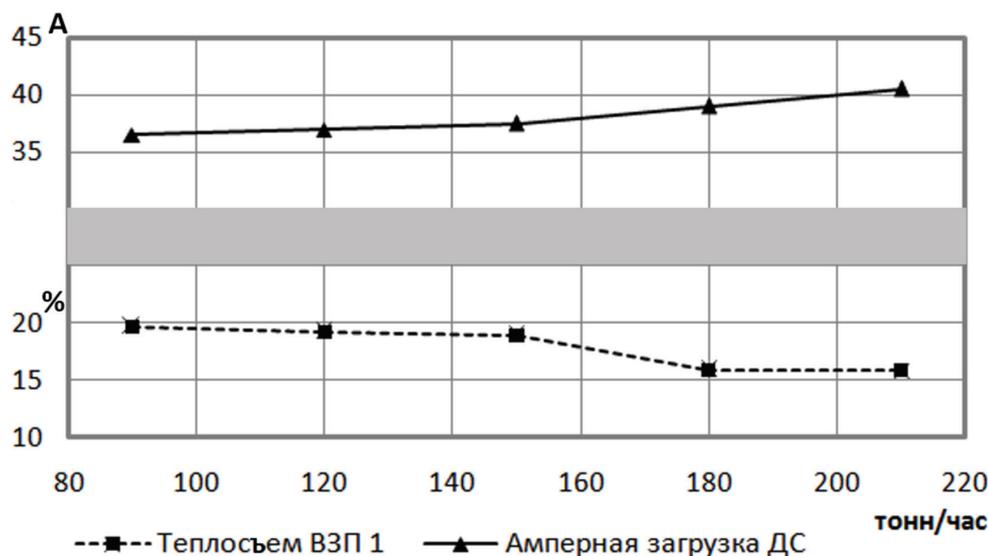


Рис. 3. Зависимость теплового потока поверхностей нагрева и амперной нагрузки дымососов (ДС) / **Fig. 3.** Dependence of heat removal from heating surfaces and ampere load of smoke exhausters

Выводы. Таким образом, установлено, что при уменьшении скорости газов в конвективной части котла, которая напрямую зависит от амперной нагрузки дымососов, эффективность теплового потока поверхностей увеличивается, так как изменение скорости питатель-

ной воды и воздуха в поверхностях нагрева изменяются не пропорционально скорости газов, проходящих через конвективную шахту. Показано, чем меньше скорость уходящих газов в конвективной шахте, более эффективна теплоотдача в топке и выше КПД.

Список литературы

- Архипов М. А., Юрков Д. А. Трехмерное численное моделирование аэродинамики топочного объема котла в изотермических условиях // Электрические станции. 1999. № 11. С. 17–20.
- Бутаков И. Н. Коэффициент полезного действия теплосилового устройства и энергосистемы // Известия Томского политехнического университета. 1948. № 2. С. 3–45.
- Вагнер А. А. Повышение надежности, экономичности и экологической эффективности работы котла БКЗ-210-140Ф при переводе на ступенчатое сжигание кузнецкого угля в U-образном факеле // Электрические станции. 2004. № 5. С. 17–21.
- Гумеров И. Р., Зайнуллин Р. Р. Особенности работы прямоточных паровых котлов и котлов с естественной циркуляцией // Теория и практика современной науки. 2017. № 4. С. 289–292.
- Ершова И. Г., Ершов М. А., Поручиков Д. В. Энергосберегающие системы на нетрадиционных источниках энергии для промышленных и инфраструктурных объектов: монография. Чебоксары: Чувашский гос. пед. ун-т им. И. Я. Яковлева, 2016. 170 с.
- Лаптев А. Г., Николаев Н. А., М. М. Башаров М. М. Методы интенсификации и моделирования теплообменных процессов: монография. М.: Теплотехник, 2011. 335 с.
- Монакова Т. И. Анализ схемы использования сбросной теплоты ТЭС методом сравнения потерь эксергии // Теплоэнергетика. 1984. № 9. С. 35–37.
- Ноздренко Г. В., Квирившвили А. Р. Методика определения конструктивно-компоновочных параметров оборудования паропарового энергоблока // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2009. № 1. С. 107–116.
- Середкин А. А., Батухтин С. Г., Батухтин А. Г. Проблемы энергоэффективности теплоснабжения в Забайкальском крае: монография. Чита: ЗабГУ, 2021. 288 с.
- Трембовля В. И., Фингер Е. Д., Авдеева А. А. Теплотехнические испытания котельных установок. М.: Энергоатомиздат, 1991. 416 с.
- Файрушин Р. Р., Гафуров А. М. Коэффициент тепловой эффективности экранов // Теория и практика современной науки. 2017. № 2. С. 571–574.
- Фомин М. Д. Реконструкция котла БКЗ-210-140 Владимирской ТЭЦ-2. Иваново: Ивановский гос. энерг. ун-т, 2020. 107 с.

13. Шельгин Б. Л., Мошкарин А. В., Малков Е. С. Тепловая эффективность использования уходящих газов котла-утилизатора при сжигании дополнительного топлива // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2012. № 4. С. 8–12.
14. Шклярский Я. Э., Скамын А. Н., Хименес Карризо М. Энергоэффективность в минерально-сырьевом комплексе // Записки Горного института. 2023. № 261. С. 323–324.
15. Batukhtin A., Batukhtina I., Baranovskaya M., Batukhtin S., Kobylkin M. Obtaining a solution of a differential equations system for determining the heat networks retention // International journal of mechanical engineering and technology. 2018. Vol. 9, no. 7. P. 1300–1320.
16. Mills A. F., Chung D. K. Heat transfer across turbulent falling films // Int. J. Heat Mass Transfer. 1973. Vol. 16, no. 4. P. 694.

References

1. Arkhipov M. A., Yurkov D. A. Three-dimensional numerical modeling of the aerodynamics of the boiler combustion chamber under isothermal conditions. Electric Stations, no.11, pp. 17–20, 1999. (In Rus.).
2. Butakov I. N. Efficiency of thermal power plant and energy system. Proceedings of Tomsk Polytechnic University, no. 2, pp. 3–45, 1948. (In Rus.).
3. Vagner A. A. Increasing the reliability, efficiency and environmental efficiency of the BKZ-210-140F boiler when switching to stepwise combustion of Kuznetsk coal in a U-shaped torch. Electric station, no. 5, pp. 17–21, 2004. (In Rus.).
4. Gumerov I. R., Zainullin R. R. Features of the operation of once-through steam boilers and boilers with natural circulation. Theory and practice of modern science, no. 4, pp. 289–292, 2017. (In Rus.).
5. Ershova I. G., Ershov M. A., Poruchikov D. V. Energy-saving systems based on non-traditional energy sources for industrial and infrastructure facilities: monograph. Cheboksary: Chuvash State Pedagogical University Publ., 2016. (In Rus.).
6. Laptsev A. G., Nikolaev N. A., M. M. Basharov M. M. Methods of intensification and modeling of heat and mass transfer processes: monograph. Moscow: Teplotekhnika, 2011. (In Rus.).
7. Monakova T. I. Analysis of the scheme for using waste heat from thermal power plants using the method of comparing exergy losses. Thermal power engineering, no. 9, pp. 35–37, 1984. (In Rus.).
8. Nozdrenko G. V., Kvrivishvili A. R. Methodology for determining the design and layout parameters of steam power unit equipment. Scientific Bulletin of the Novosibirsk State Technical University, no. 1, pp. 107–116, 2009. (In Rus.).
9. Seredkin A. A., Batukhtin S. G., Batukhtin A. G. Problems of energy efficiency of heat supply in the Transbaikal Territory: monograph. Chita: Transbaikal State University, 2021. (In Rus.).
10. Trembovlya V. I., Finger E. D., Avdeeva A. A. Thermal testing of boiler installations. Moscow: Energoatomizdat, 1991. (In Rus.).
11. Fairushin R. R., Gafurov A. M. Thermal efficiency coefficient of screens. Theory and practice of modern science, no. 2, pp. 571–574, 2017. (In Rus.).
12. Fomin M. D. Reconstruction of the boiler BKZ-210–140 at the Vladimir CHPP-2. Ivanovo: Ivanovo State Energy University, 2020. (In Rus.).
13. Shelygin B. L., Moshkarin A. V., Malkov E. S. Thermal efficiency of using exhaust gases from a waste heat boiler when burning additional fuel. Bulletin of Ivanovo State Energy University, no. 4, pp. 8–12, 2012. (In Rus.).
14. Shklyarsky Ya. E., Skamin A. N., Jimenez Carrizoza M. Energy efficiency in the mineral resource complex. Notes of the Mining Institute, no. 261, pp. 323–324, 2023. (In Rus.).
15. Batukhtin A., Batukhtina I., Baranovskaya M., Batukhtin S., Kobylkin M. Obtaining a solution of a differential equations system for determining the heat networks retention. International journal of mechanical engineering and technology, vol. 9, no. 7, pp. 1300–1320, 2018. (In Eng.).
16. Mills A. F., Chung D. K. Heat transfer across turbulent falling films. Int. J. Heat Mass Transfer, vol. 16, no. 4, pp. 694, 1973. (In Eng.).

Информация об авторах

Батухтин Андрей Геннадьевич, д-р техн. наук, доцент кафедры энергетики, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; batukhtina_ir@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-3798-3675>. Область научных интересов: совершенствование технологий тепловой и нетрадиционной энергетики для повышения эффективности систем централизованного теплоснабжения.

Батухтин Сергей Геннадьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры энергетики, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; batihin1@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-8876-7764>. Область научных интересов: разработка методов оптимизации режимов на ТЭЦ.

Якубович Александр Игоревич, магистрант группы ТЭСМ-22, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; alexander_yakubovich75@mail.ru. Область научных интересов: системы теплоснабжения, использующие возобновляемые источники энергии.

Кузнецова Надежда Сергеевна, канд. биол. наук, доцент кафедры химии, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; kuznetsovans@zabgu.ru; <http://orcid.org/0000-0003-0615-8928>. Область научных интересов: создание и исследование свойств композиционных материалов.

Information about authors

Batukhtin Andrey G., doctor of technical sciences, associate professor, Energy department, Transbaikal State University, Chita, Russia; batuhtina_ir@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-3798-3675>. Research interests: improvement of thermal and non-traditional energy technologies to increase the efficiency of district heating systems.

Batukhtin Sergey G., candidate of technical sciences, associate professor, Energy department, Transbaikal State University, Chita, Russia; batihtin1@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-8876-7764>. Research interests: development of methods for optimizing modes at thermal power plants.

Yakubovich Alexander I., master degree student, TESm-22 group, Transbaikal State University, Chita, Russia; alexander_yakubovich75@mail.ru. Research interests: heat supply systems using renewable energy sources.

Kuznetsova Nadezhda S., candidate of biological sciences, associate professor, Chemistry department, Transbaikal State University, Chita, Russia. Research interests: creation and research of properties of composite materials.

Вклад авторов в статью

- А. Г. Батухтин – разработка методологии исследования, плана статьи, численные эксперименты.
- С. Г. Батухтин – численные исследования, анализ результатов.
- А. И. Якубович – сбор материалов, написание текста статьи.
- Н. С. Кузнецова – анализ литературы, подбор библиографии, редактирование текста.

The authors' contribution to the article

- A. G. Batukhtin – development of research methodology, outline of the article, numerical experiments.
- S. G. Batukhtin – numerical studies, analysis of results.
- A. I. Yakubovich – collecting materials, writing the text of the article.
- N. S. Kuznetsova – literature analysis, selection of bibliography, text editing.

Для цитирования

Батухтин А. Г., Батухтин С. Г., Якубович А. И., Кузнецова Н. С. Анализ эффективности теплосъёма поверхностей нагрева // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 4. С. 65–72. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-65-72.

For citation

Batukhtin A.G, Batukhtin S. G., Yakubovich A. I., Kuznetsova N. S. Analysis of the heat removal efficiency of heating surfaces // Transbaikal State University Journal. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 65–72. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-65-72.

Научная статья
 УДК 622.7/622.234.42
 DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-73-84

Исследование процесса кислотного обеззоливания концентрата флотации графитизированной металлургической пыли

**Наталья Николаевна Орехова¹, Наталья Владимировна Фадеева²,
 Андрей Андреевич Зинченко³, Лидия Сергеевна Исаева⁴**

^{1,2,3,4}Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова,
 г. Магнитогорск, Россия

¹n_orehova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3507-5198>,

²natali_fadeeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9291-9927>,

³isaeva.ls@mail.ru, ⁴andrej-zinchenko@list.ru

Информация о статье:

Статья поступила
 в редакцию 23.10.2023

Одобрена после
 рецензирования 25.10.2023

Принята к публикации
 28.10.2023

Ключевые слова:

техногенное сырьё,
 металлургическая пыль,
 чешуйчатый графит,
 концентрат флотации,
 параметры выщелачивания,
 зольность, соляная
 кислота, серная кислота,
 азотная кислота,
 плавиковая кислота,
 сочетания кислот

Перспективным сырьём для получения чешуйчатого графита являются графитизированные пыли металлургического передела железных руд – спели. Проблема получения малозольного графита из спелей сопряжена с поиском эффективного способа обеззоливания концентратов флотационного обогащения. Цель работы – экспериментальная проверка возможности эффективного снижения зольности концентрата флотации химической доводкой кислотным выщелачиванием. Объектом исследования являлся флотационный концентрат, полученный из графитизированной спели кислородно-конвертерного цеха. Задача исследования состояла в выборе способа кислотного обеззоливания для дальнейшей оптимизации процесса. В статье приводятся сведения о результатах обеззоливания природного графита обработкой растворами индивидуальных кислот и их смесей зарубежными исследователями. Рассмотрены различия составов природного и техногенного графита, обуславливающие выбор способа кислотного выщелачивания зольных компонентов. Дано термодинамическое обоснование выбору сочетания плавиковой и серной кислот. Представлены результаты однофакторных экспериментов по обработке концентрата выщелачивающими растворами соляной, серной, азотной и плавиковой кислот и результаты оптико-микроскопического изучения обеззоленного графита. Приведены и проанализированы зависимости влияния на параметры выщелачивания вида кислоты, продолжительности выщелачивания и концентрации раствора. Оптико-микроскопический анализ подтвердил эффективность применения плавиковой кислоты для обеззоливания графита. Установлено, что добавка плавиковой кислоты к 10-процентному раствору серной кислоты в количестве 0,5 % улучшает показатели обеззоливания. Зольность графитового концентрата при 90 мин контакта с комплексным выщелачивающим раствором снижена с 22 до 12,45 %. Дальнейшее снижение зольности без дополнительной дезинтеграции затруднено из-за нахождения зольных железокислородных включений в межслоевом пространстве частиц техногенного графита.

Благодарность: Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда грант № 22-27-20068 от 25.03.2022 г.

Original article

Investigation of Acid Dezolization Process of Graphitized Metallurgical Dust Flotation Concentrate

Natalia N. Orekhova¹, Natalia V. Fadeeva², Andrey A. Zinchenko³, Lidia S. Isaeva⁴^{1,2,3,4}Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russia¹n_orehova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3507-5198>,²natali_fadeeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9291-9927>,³andrej-zinchenko@list.ru, ⁴isaeva.ls@mail.ru**Information about the article:**

Received 23 October, 2023

Approved after review
25 October, 2023Accepted for publication
28 October, 2023**Keywords:***technogenic raw materials, metallurgical dust, flake graphite, flotation concentrate, leaching parameters, ash content, hydrochloric acid, sulfuric acid, nitric acid, hydrofluoric acid, acid combinations*

Promising raw materials for the production of flake graphite are graphitized dust from the metallurgical processing of iron ores. The problem of obtaining low-ash graphite from spel is associated with the search for an effective method for deashing flotation concentrates. The purpose of the work is to experimentally test the possibility of effectively reducing the ash content of flotation concentrate by chemical finishing with acid leaching. The object of the study is a flotation concentrate obtained from graphitized smelt of an oxygen converter shop. The objective of the study is to select an acid deliming method for further optimization of the process. The article provides information on the results of purification of natural graphite by treatment with solutions of individual acids and their mixtures by foreign researchers. The differences in the compositions of natural and technogenic graphite, which determine the choice of the method of acid leaching of ash components, are considered. A thermodynamic justification for the choice of a combination of hydrofluoric and sulfuric acids is given. The results of one-factor experiments on processing the concentrate with leaching solutions of hydrochloric, sulfuric, nitric and hydrofluoric acids and the results of an optical microscopic study of deashed graphite are presented. The dependences of the influence of the type of acid, the duration of leaching and the concentration of the solution on the leaching parameters are presented and analyzed. Optical microscopic analysis confirmed the effectiveness of using hydrofluoric acid for deashing graphite. It has been established that the addition of hydrofluoric acid to a 10 % solution of sulfuric acid in an amount of 0.5 relative% improves deashing performance. The ash content of the graphite concentrate after 90 minutes of contact with the complex leaching solution was reduced from 22.0 to 12.45 %. Further reduction of ash content without additional disintegration is difficult due to the presence of ash iron-oxygen inclusions in the interlayer space of technogenic graphite particles.

Acknowledgment: The study was financially supported by the Russian Science Foundation grant No. 22-27-20068 dated 25.03.2022.

Введение. Проблема получения высококачественного графита из металлургических пылей (киш-графита, спели) сопряжена с поиском эффективного и экономически целесообразного способа обеззоливания концентратов флотационного обогащения данного техногенного сырья [7; 16]. Высокие гидрофобные свойства графита из техногенных пылей, как и чешуйчатого графита из природных руд, обуславливают использование для его получения флотационного обогащения. Получаемый концентрат может многократно перечищаться, однако достичь высокого качества концентрата, соответствующего малозольным маркам графита (меньше 4 %) механической обработкой практически не удаётся. Например, исследования, проведённые в Лаборатории GTK-Mintec [6], показали, что при среднем содержании в исходных образ-

цах графитовой руды 12,5 %, обогащение с использованием многоступенчатого измельчения и флотации повысило содержание графита с 55 до 90 % фиксированного углерода при извлечении от 67 до 83 %. Оставшиеся в концентрате минеральные примеси не могут быть удалены с использованием только флотации.

Графитовые продукты, полученные из металлургических пылей, отличаются от полученных из природного сырья концентратов по вещественному составу примесей [9; 11]. При этом для обеззоливания и тех и других рассматривается применение одних и тех же методов [13]. В основном их можно отнести к трём видам: химическому, термическому и газотермическому.

Самый распространённый способ, он же и самый затратный [3] – термическое

рафинирование, которое осуществляется при температуре 2 500–3 000 °С. К химической очистке относят методы щелочно-кислотной обработки, обработки плавиковой кислотой и метод обжига с хлорированием. Способы обеззоливания природного графита постоянно совершенствуются в направлении увеличения количества операций [15; 17], применения физико-химического воздействия [2].

По данным [14] эффективным химическим методом, повышающим содержание углерода в концентрате до 95 %, является

метод очистки графита плавиковой кислотой. Несмотря на то, что метод является коррозионным и токсичным, он был промышленно развит в 1990-х гг. в Европе и США. Плавиковая кислота растворяет силикаты, что делает её специальным средством для обработки плохо растворимых силикатных минералов в графите. Использование комбинаций плавиковой кислоты с другими кислотами в условиях повышения температуры, позволяет, судя по данным исследований, представленных в табл. 1, более значительно снизить зольность природного графита.

Таблица 1 / Table 1

Обзор результатов химической очистки графитовых руд (на основе обзора [8] с дополнениями авторов /
Review of the results of chemical purification of graphite ores (based on the review [8] with additions by the authors)

Место отбора пробы / Sampling location	Фракция (мкм) / Fraction (μm)	Кислоты / Acid	Время (мин) / Time (min)	Температура (°C) / Temperature (°C)	Массовая доля С% / Mass fraction C%		Растворяемые фазы* и примеси / Dissolved phases* and impurities	Ссылка / Reference
					исх	прод		
Инеболу (Турция) / Inebolu (Turkey)	150	HCl+ HF	240	85	23.5	40.1	Пр , Г , Кц	[8]
Акдагмадени (Турция) / Akdagmadeni (Turkey)	150	HCl+ HF	240	85	37.9	60.5	Кт, Пш	[8]
Кораклидере (Турция) / Coraklidere (Turkey)	150	HCl+ HF	240	85	42.3	59.5	Гс, Пр, Г, Кц	[8]
Бирнин-Гвари (Нигерия) / Birnin Gwari (Nigeria)	75	H ₂ SO ₄	60	120	90.0	98.0	Ап, Пр, Г	[8]
Тамилнад(Индия) / Tamil Nadu (India)	100	HCl	20	40	11.0	13.2	Кт; Кц	[8]
Ляонин (Китай) / Liaoning (China)	200	H ₂ SO ₄	50	100	94.2	99.5	Кц	[8]
Канвондо (Южный Корея) / Kangwon (South Korea)	200	H ₂ SO ₄ + HNO ₃	50	100	92.9	98.8	Кц	[8]
Хаймэнь (Китай) / Neimeng (China)	100	HCl+HF +HNO ₃	270	100	88.9	99.9	Кц; Пр.	[8]
(Бразилия) / (Brazil)	20	NHxFy	240	90	98.5	99.9	Fe, Al	[8]
Богала (Шри-Ланка) / Bogala (Sri Lanka)	53	H ₂ SO ₄ + HCl	75	65	98.5	99.4	Fe, Cu, Mg, Ca	[8]
Санггау, (Индонезия) / Sanggau, (Indonesia)	149–861	HF	120	180	69,74	98	Кц	[16]
Хунань(Китай) / Hunan (China)	4(сверхтонкий)	HCl	120	70	86.98	94.4	Кц; Al ₂ O ₃ ; Fe ₂ O ₃	[7]

*Пр-пирит, Г-глина, Кц-кварц Кт-кальцит, Пш-полевоы шпат; Гс-гипс, Ап-апатит / Pr-pyrite, G-clay, Cc-quartz Ct-calcite, Ps-feldspar; Gs-gypsum, Ap-apatite

Объектом исследования являлся флотационный концентрат, полученный из графитизированной спели кислородно-конвертерного цеха. Исследования проводились на черновом флотационном концентрате без доизмельчения и перечистки. **Предмет исследования** – закономерности обеззоливания кислотной обработкой. **Целью исследования** стала экспериментальная проверка возможности эффективного снижения зольности концентрата флотации химической доводкой кислотным выщелачиванием.

Постановка задачи. Данная работа являлась частью исследований научной группы по разработке технологии переработки графитизированных пылей, образующихся на участках производства, транспортировки и переработки чугуна [4; 5]. Пробы, отобранные на различных участках, отличаются содержанием основных компонентов и примесей (табл. 2). Массовая доля углерода в исходной

пыли от 10 до более 30 %, железа – более 46 %. Пыли содержат такие вредные примеси, как сера, фосфор и цинк.

Флотационные концентраты, получаемые из пылей доменного (ДЦ), кислородно-конвертерного (ККЦ) и электросталеплавильного (ЭСПЦ) цехов имеют массовую долю углерода соответственно 48,6, 74,94 и 80,5 % и содержат 30,8, 14,17, 20,2 % сильномагнитной фракции, что обусловлено присутствием в концентрате магнетита. Чешуйки графита, входящие в состав железографитовой спели, загрязнены располагающимися на поверхности и в межслоевом пространстве сферическими частицами оксидов железа (рис. 1), стехиометрически соответствующих магнетиту и гематиту [4]. При этом вся проба обладает слабомагнитными свойствами ($H=42,8$ кА/м), что косвенно указывает на нахождение железозакислородных соединений в каждой чешуйке.

Таблица 2 / Table 2

Состав графитизированных пылей / Composition of graphitized dusts

Цех** / Shop**	Fe	FeO	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	P	Zn	Cr	MnO	S	пмпп	C
1	62,9	59,5	4,95	1,85	0,35	0,95	0,21	0,036	0,119	0,033	0,35	0,178	10,4	10,17
2	46,8	47,8	5,37	1,42	0,45	1,1	0,35	<0,005	0,026	0,019	0,48	0,041	31,0	>30,0
3	53,9	69,3	3,45	0,45	0,66	1,06	0,55	<0,005	0,027	0,037	0,37	0,042	30,3	>30,0

**1. Доменный Цех / Blast Furnace Shop; 2. Кислородно-конвертерный цех / Oxygen Converter Shop; 3. Электросталеплавильный цех / Electrosteel smelting shop

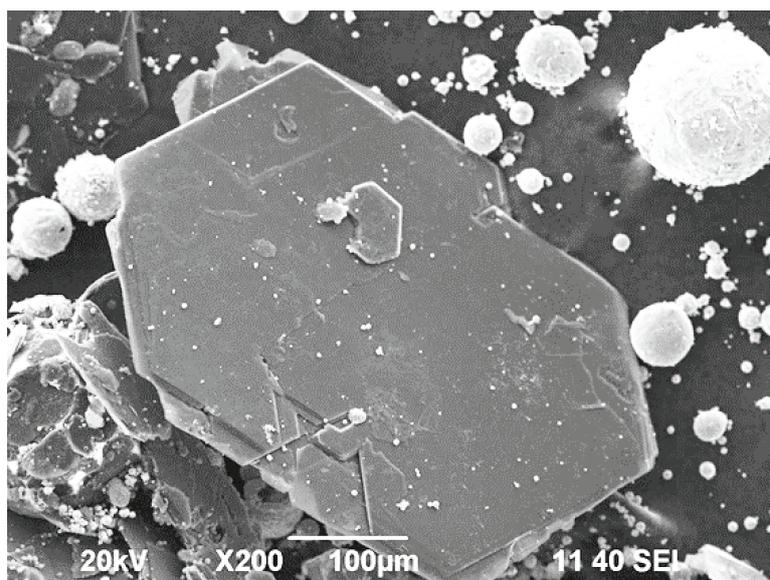
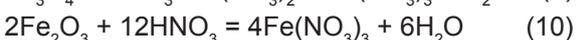
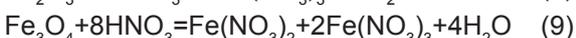
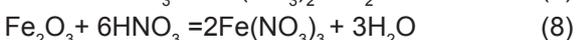
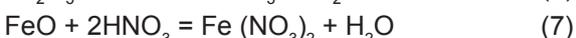
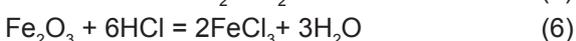
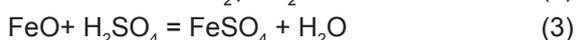
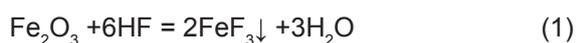
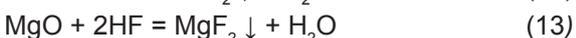
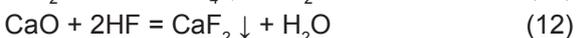
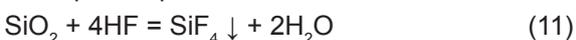


Рис. 1. Микрофотография частицы графита (а) в окружении железозакислородных частиц (б) сферической формы / **Fig. 1.** Microphotograph of a graphite particle (a) surrounded by iron-oxygen particles (b) of spherical shape

Таким образом, основная задача, стоящая при очистке концентрата флотации киш-графита до продуктов высокого качества – это растворение оксидных форм железа. Для выщелачивания магнетита могут быть применены сильные кислоты и, как показано в исследованиях [1; 10] – плавиковая кислота, в [12] – смесь плавиковой и серной кислот. Ниже представлены возможные реакции растворения оксидов железа разной валентности этими кислотами:



Учитывая, что по данным электронно-микроскопического анализа, представленным в статье [4], в составе примесей в небольшом количестве присутствуют силикатные фазы, использование плавиковой кислоты должно повысить эффективность обеззоливания графитовых концентратов за счёт растворения этих фаз по реакциям:



Согласно реакциям (1), (2), (11)–(13), плавиковая кислота вступает в реакцию с FeO, Fe₂O₃, CaO, MgO, с образованием осадка. Для уменьшения образования осадка и перевода загрязняющих примесей в раствор, к плавиковой кислоте может быть добавлено небольшое количество разбавленной соляной, азотной или серной кислот [18].

Данное исследование было направлено на сравнение эффективности обеззоливания графитового концентрата флотации металлургической спели с использованием раство-

ров серной и плавиковой кислот и их смесей между собой и в сравнении с эффективностью действия растворов азотной и соляной кислот той же концентрации.

Методология и методы исследования. Объектом исследования являлся флотационный концентрат, полученный из графитизированной спели кислородно-конвертерного цеха. Характеристика концентрата дана в табл. 3.

Задача проведения эксперимента – выбор параметров, обеспечивающих максимальное снижение зольности. Изменение вещественного состава концентрата после выщелачивания оценивалось также по изменению содержания магнитной фракции (H=42,8 кА/м). Чистоту обеззоленных продуктов и чешуек графита проверяли, просматривая препарат под микроскопом. Оптико-микроскопический анализ препаратов графита до и после обработки его кислотами проводили на установке Минерал С7 SIAMS с управляющей программой Photolab в отражённом свете.

При проведении экспериментов изучили влияние следующих параметров: вид кислоты, соотношение H₂SO₄:HF, концентрация раствора, продолжительность выщелачивания. Постоянными факторами были температура окружающей среды – 20 °С, соотношение Ж:Т = 1:10. После смешения графитового концентрата с раствором кислоты происходило нагревание системы, обусловленное выделением тепла при экзотермических реакциях. Амплитуда перемешивания 2 мм, количество встряхиваний 200 мин⁻¹. Масса навески концентрата для опыта – 5 г. Выщелачивание проводили в статическом режиме. Экспериментальное изучение выщелачивания с использованием плавиковой кислоты проводили в полипропиленовой ёмкости. Обеззоленный графит (нерастворимый остаток) отделяли от раствора фильтрованием через бумажный фильтр «синяя лента» с промывкой остатка на фильтре водой. Зольность определяли по ГОСТ 17818.4-90. Использованные кислоты H₂SO₄, HCl, HNO₃ имели марку (хч), HF (ч) ГОСТ 10484-78.

Таблица 3 / Table 3

Характеристика концентрата флотации спели ККЦ / Characterization of sintered flotation concentrate OCS

Показатели / Indicators	Массовая доля С, % / Mass fraction C, %			Содержание сильномагнитной фракции, % / Content of highly magnetic fraction, %			
Значения / Values	78			24			
Показатели / Indicators	Гранулометрический состав в % по фракциям в мкм / Particle size distribution in % by fractions in microns						
	+700	700–400	400–315	315–160	160–74	74–44	44–0
Значения / Values	5,2	20,6	5,5	40,8	19,1	4,7	4,1

Термодинамический расчёт проведён с использованием констант из базы данных «ТКВ» [19] по формуле $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ в кДж/моль.

Результаты исследования. Сравнение эффективности выщелачивания разными

кислотами проводилось на растворах с концентрацией кислоты 10 %. На диаграмме (рис. 2) представлены относительные потери массы навески графитового концентрата и снижение содержания сильномагнитной фракции в ней после выщелачивания.

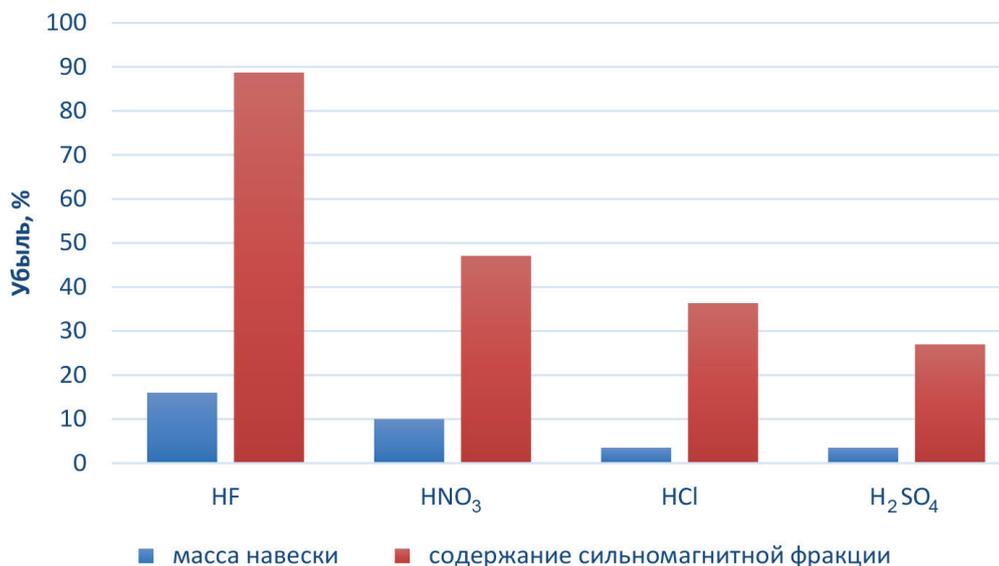


Рис. 2. Сравнение показателей выщелачивания концентрата 10 % растворами кислот в течение 120 мин / **Fig. 2.** Comparison of concentrate leaching with 10 % acid solutions for 120 min

Наибольшее изменение показателей наблюдали при использовании плавиковой кислоты, что свидетельствует о способности 10 %-го раствора HF растворять магнетит.

Термодинамический расчёт для реакции (1) и (2) в водном растворе HF при изменении температуры от 20 до 100 °C даёт значения энергии Гиббса в диапазонах, соответственно, от -93,178 до -89,938 кДж/моль и от -225,074 до -187,702 кДж/моль, что показывает возможность самопроизвольного протекания реакций.

Убыль массы навески (см. рис. 2), в целом, коррелирует со снижением содержания магнитной фракции. Увеличение значений этих показателей наблюдается в ряду H₂SO₄, HCl, HNO₃, HF.

Оптико-микроскопический анализ продуктов обработки флотационных концентратов кислотами подтверждает эффективность применения плавиковой кислоты для обеззоливания техногенного графита. Чешуйки графита после обработки фтористоводородной кислотой имеют чистую блестящую поверхность (рис. 3а). В поле микроскопа не наблюдаются сферообразные частицы, характерные для железокислородных фаз. При

применении соляной кислоты, поверхность графитовых чешуек выглядит испещрённой, гладкие блестящие поверхности встречаются редко (рис. 3в). В случае кислородсодержащих кислот (рис. 3б, г), наблюдаются железокислородные фазы, продукты коррозии и признаки разъедания сферообразных частиц. Вероятно, в случае азотной кислоты значительное снижение массовой доли сильномагнитной фракции объясняется окислением частиц магнетита и превращением их в слабомагнитные минеральные формы.

Однофакторные эксперименты (рис. 4а) показали, что с увеличением концентрации плавиковой кислоты в выщелачивающем растворе, эффективность обеззоливания снижается. При начальной зольности 22 % она снижается в случае использования 5 % раствора на 28,7 %, а в случае использования 40 % раствора на 12,7 %. Лучший результат в серии опытов получен при использовании 10 %-го раствора HF: зольность понизилась на 38 отн. %.

Изменение соотношения жидкое:твёрдое (Ж:Т) позволило в качестве рационального значения зафиксировать соотношение 1:10 (рис. 4б).

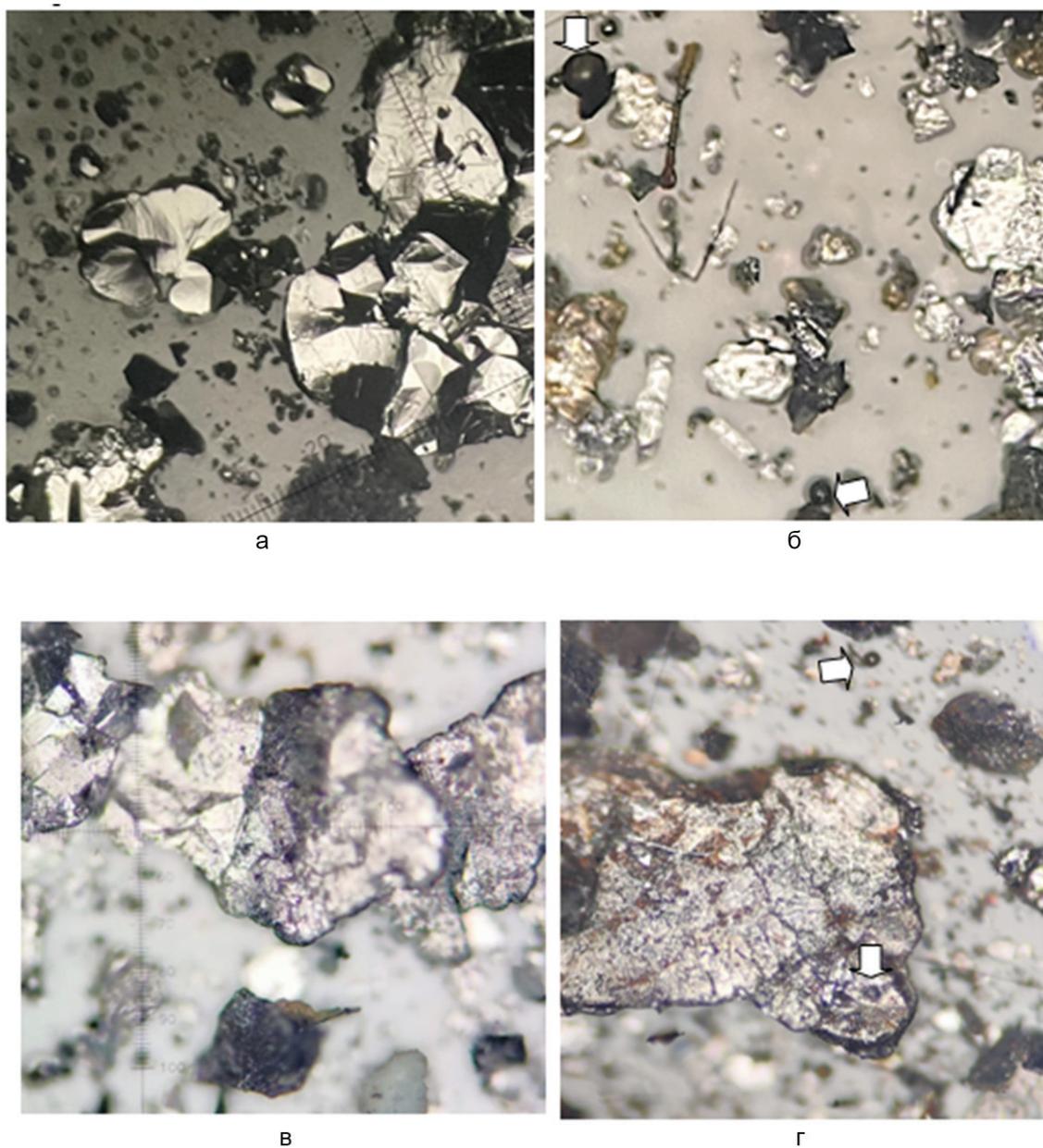


Рис. 3. Фотографии (увеличение $\times 100$) концентрата после выщелачивания: а – HF; б – H_2SO_4 ; в – HCl; г – HNO_3 (стрелками отмечены сферические образования) / **Fig. 3.** Photographs (magnification $100\times$) of the concentrate after leaching: а – HF; б – H_2SO_4 ; в – HCl; г – HNO_3 (arrows indicate spherical formations)

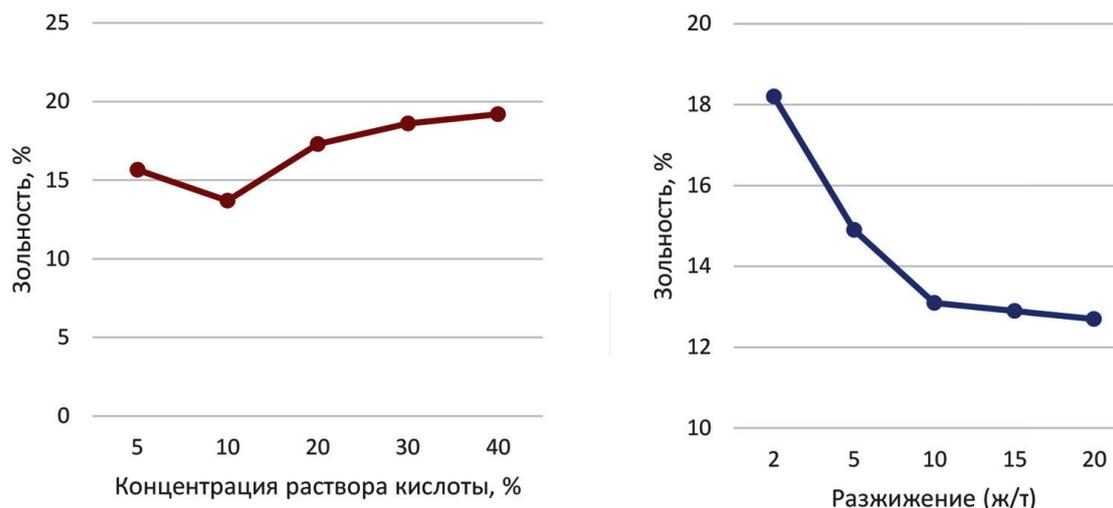


Рис. 4. Влияние концентрации раствора плавиковой кислоты (а) и соотношения жидкое: твёрдое (б) на снижение зольности графитового концентрата / **Fig. 4.** Effect of hydrofluoric acid solution concentration (a) and liquid:solid ratio (b) on graphite concentrate ash content reduction

На данном этапе исследования относительно невысокие показатели снижения зольности объясняются, прежде всего, наличием значительной части железокислородных включений в межслоевом пространстве чешуек графита, доступ кислоты к которым ограничен. То есть, растворяются преимущественно свободные зольные частицы и зольные частицы на поверхности чешуек.

В соответствии с поставленной задачей, изучили эффективность влияния добавки плавиковой кислоты в выщелачивающий сернокислотный раствор. Серная кислота выбрана из соображений более высокого отрицательного значения рассчитанной энер-

гии Гиббса реакций с оксидами железа (3) -127,218 КДж/моль и (4) -1527,087 КДж/моль по сравнению с реакциями с соляной кислотой (5) -134,21 КДж/моль и (6) -14,13 КДж/моль в стандартных условиях.

Из графиков на рис. 5 видно, что увеличение добавки более 1 % не приводит к значительному уменьшению зольности, при этом магнитная фракция продолжает снижаться пропорционально повышению процентной доли плавиковой кислоты. Снижение содержания сильномагнитной фракции с коэффициентом корреляции близким к единице аппроксимируется уравнением линейной зависимости.

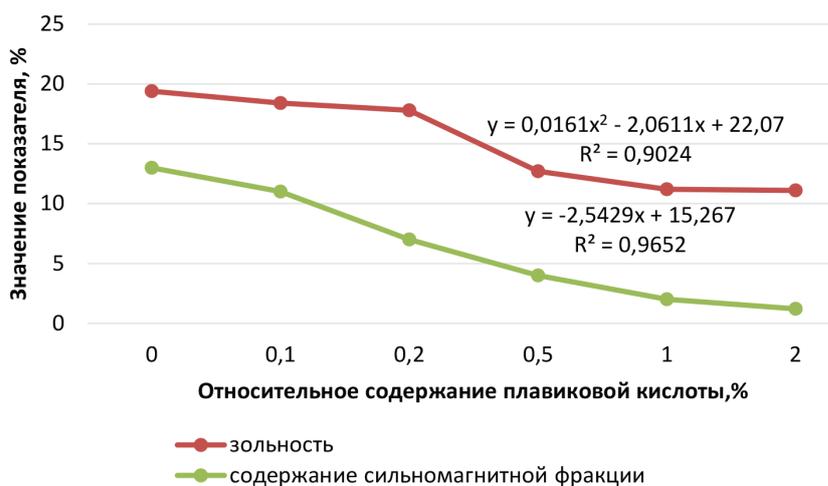


Рис. 5. Влияние доли HF в 10 % выщелачивающем растворе H_2SO_4 на показатели обеззоливания графитового концентрата / **Fig. 5.** Effect of HF fraction in 10 % H_2SO_4 leaching solution on graphite concentrate decontamination parameters

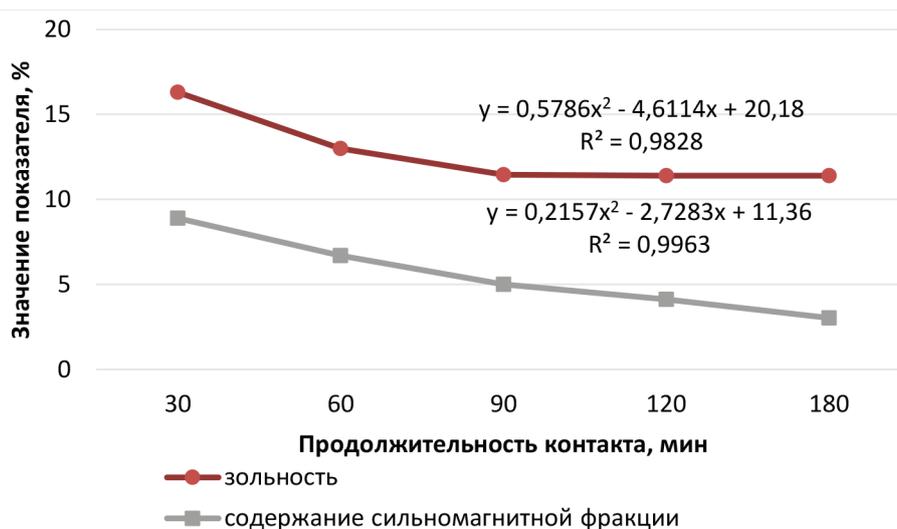


Рис. 6. Влияние продолжительности выщелачивания раствором 10 % H_2SO_4 и 1 % HF на показатели обеззоливания графитового концентрата / **Fig. 6.** Effect of the duration of leaching with a solution of 10 % H_2SO_4 and 1 % HF on the deashing of graphite concentrate

Представленные на рис. 6 зависимости показателей обеззоливания от времени обработки при соотношении ж:т = 10:1 показывают, что процесс характеризуется приростом снижения зольности в течение 90 мин перемешивания. Дальнейшее увеличение времени контакта не приводит к снижению зольности, но происходит уменьшение содержания сильномагнитной фракции.

Установленное противоречие между остановкой снижения зольности и продолжающимся снижением содержания магнитной фракции требует дополнительного изучения.

Выводы. В вещественном составе зольных примесей графитизированных металлургических пылей, а следовательно, и графитового концентрата, полученного из этих пылей флотацией, преобладают оксиды железа, которые обуславливают магнитность частиц спели. Выполненные теоретические и экспериментальные исследования позволяют в качестве операции доводки графитовых флотационных концентратов, полученных из графитизированной пыли кислородно-конвертерного цеха, использовать кислотное выщелачивание с применением плавиково-

вой кислоты, как основного реагента, так и в виде добавки её в раствор серной кислоты. При добавлении плавиковой кислоты до концентрации 1 %-го к 10 %-му раствору серной кислоты наблюдали снижение зольности концентрата после 90 мин контакта навески с выщелачивающим раствором с 22,0 до 11,2 %.

На данном этапе исследований большее снижение зольности не достигнуто ни при увеличении времени контакта, ни при повышении доли HF в растворе H_2SO_4 . Дальнейшее снижение зольности без дополнительной дезинтеграции затруднено из-за нахождения зольных железокислородных включений в межслоевом пространстве частиц техногенного графита.

Полученные закономерности выщелачивания железосодержащих примесей из концентрата флотации графитовой спели кислородно-конвертерного цеха могут быть использованы при разработке технологических режимов выщелачивания пылей других участков металлургического производства. Для более эффективного снижения зольности перед выщелачиванием необходима дезинтеграция концентрата.

Список литературы

1. Борбат В. Ф., Адеева Л. Н., Чариков Э. О. Анализ возможности процесса фторидной переработки золы ТЭЦ // Вестник Омского университета. 2003. № 3. С. 37–39.
2. Гильманшина Т. Р., Королева Г. А., Лыткина С. И. Разработка способов десульфурации скрытокристаллического графита // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. 2020. Т. 8, № 1. С. 21–25.
3. Молчанов В. П., Медков М. А. Разработка технологии очистки природного графита России от примесей с применением методов пиро-гидрометаллургии // Труды Всероссийского ежегодного семинара

по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии. М.: Ин-т геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского Российской академии наук, 2019. С. 410–413.

4. Фадеева Н. В., Орехова Н. Н., Колодежная Е. В., Нигматова Н. Н. Исследование физико-химических закономерностей процесса флотации графитовой спели // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. 2022. № 4. С. 37–46.

5. Фадеева Н. В., Орехова Н. Н., Горлова О. Е. Опыт переработки графитосодержащей пыли металлургического производства // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2019. Т. 75, № 5. С. 632–639.

6. Щипцов В. В. Графитоносные рудные районы Фенноскандинавского щита // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2022. № 2. С. 33–49.

7. Bu X., Tong Z., Bilal M., Ren X., Ni M., Ni C., Xie G. Effect of ultrasound power on HCl leaching kinetics of impurity removal of aphanitic graphite // Ultrasonics Sonochemistry. 2023. No. 95. P. 106–115.

8. Chehreh Chelgani S. et al. A review of graphite beneficiation techniques // Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review. 2016. Vol. 37, no. 1. P. 58–68.

9. Dan L., Maslov V., Trofimova L., Cios G. The Formation, Properties and Use of Dispersed Iron-Graphite Metallurgical Waste // Journal of Casting & Materials Engineering. 2022. Vol. 6, no. 4. P. 81–91.

10. Frenier W. W., Growcock F. B. Mechanism of iron oxide dissolution – A review of recent literature // Corrosion. 1984. Vol. 40, no. 12. P. 663–668.

11. Jara A. D., Betemariam A., Woldetinsae G., Kim J. Y. Purification, application and current market trend of natural graphite: A review // International Journal of Mining Science and Technology. 2019. Vol. 29, no. 5. P. 671–689.

12. Kuzin A. V., Gorichev I. G., Lainer Y. A. Stimulating effect of phosphate ions on the dissolution kinetics of iron oxides in an acidic medium // Russian Metallurgy (Metally). 2013. Vol. 20. P. 652–657.

13. Li J., Liu R., Ma L., Wei L., Cao L., Shen W., Huang Z. Combining multiple methods for recycling of Kish graphite from steelmaking slags and oil sorption performance of Kish-based expanded graphite // ACS omega. 2021. Vol. 6, no. 14. P. 9868–9875.

14. Mustika D., Torowati T., Dimiyati A., Sudirman S., Fisli A., Joni I. M., Langenati R. Purification of Indonesian Natural Graphite as Candidate for Nuclear Fuel Matrix by Acid Leaching Method: Chemical Characterization // Urania: Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir. 2020. Vol. 26, no. 3. P. 157–176.

15. Peng W., Qiu Y., Zhang L., Guan J., Song S. Increasing the Fine Flaky Graphite Recovery in Flotation via a Combined Multiple Treatments Technique of Middlings // Minerals. 2017. Vol. 7. P. 208.

16. Syarifuddin F., Florena F. F., Hanam E. S., Trisko N., Kustiyanto E., Enilisiana E., Arinton G Syarifuddin F. Effect of acid leaching on upgrading the graphite concentrate from West Kalimantan (Indonesia) // AIP Conference Proceedings. 2016. Vol. 1712, no. 1. P. 121–131.

17. Zhao S., Cheng S., Xing B., Ma M., Shi C., Cheng G., Zhang C. High efficiency purification of natural flake graphite by flotation combined with alkali-melting acid leaching: application in energy storage // Journal of Materials Research and Technology. 2022. Vol. 21. P. 4212–4223.

18. Способ очистки графита. URL: <http://www.sungraf.net/newsshow-131-248-1.html> (дата обращения: 11.09.2023). Текст: электронный.

19. Термические константы веществ. URL: <https://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.plshow=welcom.html&ysclid=lnw5zcdg4e519215504> (дата обращения: 14.08.2023). Текст: электронный.

References

1. Borbat V. F., Adeeva L. N., Charikov E. O. Analysis of the possibility of the process of fluoride processing of TPP ash. Bulletin of the Omsk University, no. 3, pp. 37–39, 2003. (In Rus.).

2. Gilmanshina T. R., Koroleva G. A., Lytkina S. I. Development of methods for desulfurization of hidden crystalline graphite. Mashinostroenie: network electronic scientific journal, vol. 8, no. 1, pp. 21–25, 2020. (In Rus.).

3. Molchanov V. P., Medkov M. A. Development of technology for purification of natural graphite of Russia from impurities using pyro-hydrometallurgy methods. Proceedings of the All-Russian Annual Workshop on Experimental Mineralogy, Petrology and Geochemistry. Moscow: V. I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the Russian Academy of Sciences 2019. (In Rus.).

4. Fadeeva N. V., Orekhova N. N., Kolodezhnaya E. V., Nigmatova N. N. Study of physical and chemical regularities of the flotation process of graphite spelt. Bulletin of the MSTU named after G. I. Nosov, no. 4, pp. 37–46, 2022. (In Rus.).

5. Fadeeva N. V., Orekhova N. N., Gorlova O. E. Experience in processing of graphite-containing dust of metallurgical production. Ferrous metallurgy. Bulletin of scientific, technical and economic information, vol. 75, no. 5, pp. 632–639, 2019. (In Rus.).

6. Schiptsov V. V. Graphite-bearing ore districts of the Fennoscandinavian Shield. Proceedings of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, no. 2, pp. 33–49, 2022. (In Rus.).

7. Bu X., Tong Z., Bilal M., Ren X., Ni M., Ni C., Xie G. Effect of ultrasound power on HCl leaching kinetics of impurity removal of aphanitic graphite. *Ultrasonics Sonochemistry*, no. 95, 106–115, 2023. (In Eng.).
8. Chehreh Chelgani S. A review of graphite beneficiation techniques. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, vol. 37, no. 1, pp. 58–68, 2016. (In Eng.).
9. Dan L., Maslov V., Trofimova L., Cios G. The Formation, Properties and Use of Dispersed Iron-Graphite Metallurgical Waste. *Journal of Casting & Materials Engineering*, vol. 6, no. 4, pp. 81–91, 2022. (In Eng.).
10. Frenier W. W., Growcock F. B. Mechanism of iron oxide dissolution – A review of recent literature. *Corrosion*, vol. 40, no. 12, pp. 663–668, 1984. (In Eng.).
11. Jara A. D., Betemariam A., Woldetinsae G., Kim J. Y. Purification, application and current market trend of natural graphite: A review. *International Journal of Mining Science and Technology*, vol. 29, no. 5, pp. 671–689, 2019. (In Eng.).
12. Kuzin A. V., Gorichev I. G., Lainer Y. A. Stimulating effect of phosphate ions on the dissolution kinetics of iron oxides in an acidic medium. *Russian Metallurgy (Metally)*, vol. 2013, pp. 652–657, 2013. (In Eng.).
13. Li J., Liu R., Ma L., Wei L., Cao L., Shen W., Huang Z. Combining multiple methods for recycling of Kish graphite from steelmaking slags and oil sorption performance of Kish-based expanded graphite. *ACS omega*, vol. 6, no. 14, pp. 9868–9875, 2021. (In Eng.).
14. Mustika D., Torowati T., Dimiyati A., Sudirman S., Fisli A., Joni I. M., Langenati R. Purification of Indonesian Natural Graphite as Candidate for Nuclear Fuel Matrix by Acid Leaching Method: Chemical Characterization. *Urania: Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, vol. 26, no. 3, pp. 157–176, 2020. (In Eng.).
15. Peng W., Qiu Y., Zhang L., Guan J., Song S. Increasing the Fine Flaky Graphite Recovery in Flotation via a Combined Multiple Treatments Technique of Middlings. *Minerals*, vol. 7, pp. 208–218, 2017. (In Eng.).
16. Syarifuddin F., Florena F. F., Hanam E. S., Trisko N., Kustiyanto E., Enilisiana E., Arinton G. Syarifuddin F. Effect of acid leaching on upgrading the graphite concentrate from West Kalimantan (Indonesia). *AIP Conference Proceedings*. – AIP Publishing, vol. 1712, no. 1, pp. 121–131, 2016. (In Eng.).
17. Zhao S., Cheng S., Xing B., M., Shi C., Cheng G., Zhang C. High efficiency purification of natural flake graphite by flotation combined with alkali-melting acid leaching: application in energy storage. *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 21, pp. 4212–4223, 2022. (In Eng.).
18. Method of graphite purification. Electronic resource. Web. 11.09.2023. <http://www.sungraf.net/newsshow-131-248-1.html>. (In Eng.).
19. Thermal constants of substances. (msu.su). Web. 14.08.2023. <https://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.plshow=welcom.html&ysclid=lnw5zcdg4e519215504> (In Eng.).

Информация об авторах

Орехова Наталья Николаевна, д-р техн. наук, доцент, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Россия; n_orehova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3507-5198>. Область научных интересов: обогащение природного и техногенного минерального сырья, извлечение металлов из растворов, геоэкология.

Фадеева Наталья Владимировна, канд. техн. наук, доцент, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Россия; natali_fadeeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9291-9927>. Область научных интересов: обогащение природного и техногенного графит-содержащего минерального сырья.

Зинченко Андрей Андреевич, студент 4 курса кафедры геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Россия; isaeva.ls@mail.ru. Область научных интересов: обогащение природного и техногенного минерального сырья.

Исаева Лидия Сергеевна, студент 2 курса кафедры геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Россия; andrej-zinchenko@list.ru. Область научных интересов: обогащение природного и техногенного минерального сырья.

Information about the authors

Orekhova Natalia N., doctor of technical sciences, associate professor, Magnitogorsk State Technical University named after G. I. Nosov, Magnitogorsk, Russia; n_orehova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3507-5198>. Research interests: enrichment of natural and man-made mineral raw materials, extraction of metals from solutions, geocology.

Fadeeva Natalia V., candidate of technical sciences, associate professor, Magnitogorsk State Technical University named after G. I. Nosov, Magnitogorsk, Russia; natali_fadeeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9291-9927>. Research interests: enrichment of natural and man-made graphite-containing mineral raw materials.

Zinchenko Andrey A., 4th year student, Geology, Surveying and Mineral Processing department, Magnitogorsk State Technical University named after G. I. Nosov, Magnitogorsk, Russia; isaeva.ls@mail.ru. Research interests: enrichment of natural and man-made mineral raw materials.

Isaeva Lidiya S., 2nd year student, Geology, Surveying and Mineral Processing department, Magnitogorsk State Technical University named after G. I. Nosov, Magnitogorsk, Russia; andrej-zinchenko@list.ru. Research interests: enrichment of natural and man-made mineral raw materials.

Вклад авторов в статью

Н. Н. Орехова – руководство исследованиями, анализ теории и практики химического обеззоливания графита, термодинамическое обоснование выбора кислот, разработка методологии исследования, сбор материалов, библиографии, написание текста.

Н. В. Фадеева – обогащение графитизированной пыли, наработка концентрата, микроскопические исследования продуктов, обзор литературы, корректировка текста.

А. А. Зинченко – выполнение и обработка результатов факторного эксперимента.

Л. С. Исаева – выполнение эксперимента по выщелачиванию концентрата, магнитный анализ продуктов.

The authors` contribution to the article

N. N. Orekhova – research management, analysis of theory and practice of chemical dehydration of graphite, thermodynamic justification of acid selection, development of research methodology, collection of materials, bibliography, text writing.

N. V. Fadeeva – enrichment of graphitized dust, concentrate production, microscopic studies of products, literature review, text correction.

A. A. Zinchenko – fulfillment and processing of the results of the factor experiment.

L. S. Isaeva – performance of the experiment on concentrate leaching, magnetic analysis of products.

Для цитирования

Орехова Н. Н., Фадеева Н. В., Зинченко А. А., Исаева Л. С. Исследование процесса кислотного обеззоливания концентрата флотации графитизированной металлургической пыли // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 4. С. 73–84. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-73-84.

For citation

Orekhova N. N., Fadeeva N. V., Zinchenko A. A., Isaeva L. S. Investigation of acid dezolization process of graphitized metallurgical dust flotation concentrate // Transbaikal State University Journal. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 73–84. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-73-84.

Научная статья
 УДК 622.271.1:622.277
 DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-85-94

Логико-математический анализ обобщённой функции модели кучного выщелачивания золота в рудном штабеле

**Виктор Петрович Мязин¹, Денис Сергеевич Гончаров²,
 Екатерина Сергеевна Соколова³, Светлана Александровна Арданаева⁴**

^{1,3,4}Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия,

¹Институт горного дела имени Н. А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия,

²Восток геосервис партнёр, г. Чита

¹myazinvpchita@mail.ru, ²dgoncharov@yandex.ru, ³sokolova2132@mail.ru, ⁴ardanaeva@mail.ru

Информация о статье:

Статья поступила
 в редакцию 10.05.2023

Одобрена после
 рецензирования 17.10.2023

Принята к публикации
 20.10.2023

Ключевые слова:

кучное выщелачивание,
 рудный штабель, золото,
 ценный компонент,
 эффективность процесса,
 логико-математический
 анализ, обобщённая
 функция, факторный
 анализ, методологические
 приёмы исследования,
 методика

Теория кучного выщелачивания ценных компонентов из минерального сырья в значительной степени базируется на методах моделирования и их компьютерной реализации. Объектом исследования в работе является обобщённая функция эффективности перевода ценного компонента при кучном выщелачивании в продуктивный раствор, ранее она была получена авторами при блочном моделировании процесса кучного выщелачивания золота из рудного штабеля. Цель исследования – научное обоснование важнейших технологических факторов после расчленения исследуемой обобщённой функции с использованием логического приёма метода дедукции на полноту перевода ценного компонента (извлечения) в раствор. Задачи исследования – логико-математический анализ варьирующих технологических факторов в обобщённой функции путём комплексного использования приёмов дедукции, индукции и математических методов. Приведены результаты исследования, полученные методом системного анализа по оценке каждого и попарно варьирующих технологических факторов на полноту извлечения ценного компонента в раствор. В работе предложено использовать декартово произведение множества комбинаций варьирующих факторов (картежей) на эффективность перевода золота в продуктивный раствор. Дана оценка влияния отдельных и попарно взятых варьируемых факторов на характер изменения функциональной зависимости извлечения золота от времени выщелачивания. При этом выявлено, что все исследуемые факторы подчиняются экспоненциальной зависимости. Данное заключение также подтверждено использованием приёма первой производной функции варьирующих факторов. Сравнительной оценкой скорости выщелачивания золота и сочетания варьирующих факторов на основе использования логического приёма дедукции установлено, что наибольшее влияние от времени выщелачивания оказывает крупность рудного куска и температура раствора. Результаты могут быть использованы для формирования практических рекомендаций по эффективности использования технологии кучного выщелачивания ценных компонентов из минерального сырья.

Original article

Logical and Mathematical Analysis of the Generalized Function of the Model of Heap Leaching of Gold in the Ore Stack

Viktor P. Myazin¹, Denis S. Goncharov², Ekaterina S. Sokolova³, Svetlana A. Ardanaeva⁴

^{1,3,4}Transbaikal State University, Chita, Russia, ¹Institute of Mining named after N. A. Chinakal SB RAS,

Novosibirsk, Russia, ²Vostok geoservice partner, Chita, Russia

¹myazinvpchita@mail.ru, ²dgoncharov@yandex.ru, ³sokolova2132@mail.ru, ⁴ardanaeva@mail.ru

Information about the article:

Received 10 May, 2023

Approved after review
 17 October, 2023

Accepted for publication
 20 October, 2023

The theory of heap leaching of valuable components from mineral raw materials is largely based on modeling methods and their computer implementation. The object of study is a generalized function of a valuable component transferring efficiency during heap leaching into a productive solution. Previously it has been obtained by the authors during block modeling of the process of heap leaching of gold from an ore stack. The purpose of the study is the scientific substantiation of the most important technological factors after the division of the generalized function under study using

the logical method of deduction to the completeness of the valuable component (extraction) transfer into solution. The objectives of the research are logical and mathematical analysis of varying technological factors in a generalized function through the integrated use of deduction, induction and mathematical methods. The results of the study are presented, obtained by the method of system analysis by assessing each and pairwise varying technological factors for the completeness of the valuable component extraction into the solution. The authors propose to use the Cartesian product in many combinations of varying factors (cartes) for the efficiency of transferring gold into a productive solution. An assessment of the individual and pairwise variable factors influence on the nature of changes in the functional dependence of gold extraction on leaching time is made. It is revealed that all the studied factors obey an exponential dependence. This conclusion is also confirmed using the technique of the first derivative of the varying factors function. By comparative assessment of the gold leaching rate and a combination of varying factors based on the use of a logical deduction technique, it is established that the size of the ore piece and the temperature of the solution have the greatest influence on the leaching time. The conclusion drawn can be used to provide practical recommendations on the effectiveness of using heap leaching technology for valuable components from mineral raw materials.

Keywords:

heap leaching, ore stack, gold; valuable component, process efficiency, logical and mathematical analysis, generalized function, factor analysis, methodological methods of research, technique

Введение. Разработка методов кучного выщелачивания ценного компонента из природных и техногенных месторождений относится к числу важнейших научных проблем.

Актуальность темы исследования – использование теоретических методов познания на основе системного анализа исследований путём развития применения математического моделирования и компьютерной реализации физико-химических моделей. Однако в них слабо отражено влияние математической логики исследований, которая по предмету – логика, а по методу – математика¹.

Объектом исследования является обобщённая функция эффективности перевода ценного компонента при кучном выщелачивании в продуктивный раствор, ранее она была получена авторами при блочном моделировании процесса кучного выщелачивания золота из рудного штабеля.

Авторами разработана обобщённая функция, учитывающая эффективность перевода ценного компонента в продуктивный раствор $E(t)$ путём блочного моделирования процесса кучного выщелачивания золота из рудного штабеля [1; 8; 10].

Обобщённая функция основана на учёте влияния характерных варьирующих технологических факторов² [5] с учётом варьирующих физико-химических показателей процесса выщелачивания, используемых для анализа $E(t)$: содержание золота в руде, температура выщелачивающего раствора, максимальный диаметр куска в сформированном рудном штабеле, расход растворителя золота (цианида натрия), интенсивность орошения руд-

ного штабеля, коэффициент фильтрации выщелачивающего раствора [4; 12]

$$E(t) = K_E \left[1 - \exp \left(-\beta \frac{w_0 \cdot f_p \cdot f_{Au}^\alpha \cdot f_{max}^\alpha \cdot f_{Kф}^\alpha \cdot f_{Tp} \cdot t}{f_{dmax} \cdot f_{Kф}} \right) \right] \cdot 100, \quad (1)$$

где K_E – предельный коэффициент извлечения золота;

w_0 – коэффициент конвективной диффузии, мм/сут.;

$f_p, f_{Au}^\alpha, f_{max}^\alpha, f_{Kф}^\alpha, f_{Tp}$ – изменение функциональных параметров отдельных варьируемых технологических и физико-химических факторов:

- функционал интенсивности орошения рудного штабеля (f_p), л/м²×сут.;
- функционал содержания золота в исходной руде (f_{Au}^α), г/т.;
- функционал содержания цианида натрия в растворе (α_{NaCN}), г/л.;
- функционал температуры рабочего раствора (f_{Tp}), °С.;
- функционал максимального диаметра куска в рудном штабеле (f_{dmax}), мм.;
- функционал коэффициента фильтрации выщелачивающего раствора в рудном штабеле ($f_{Kф}$), м/сут, базируемый на данных практики выщелачивания ценного компонента из техногенного сырья [2].;
- время выщелачивания ценного компонента в штабеле (t), сут.

Сложный объект исследования процессов выщелачивания золота из минерального сырья (система) определяется в этом случае не только отдельными элементами функции, но и характерными связями и отношениями между ними.

Предмет исследования – извлечение ценного компонента в раствор в зависимости

¹ Дрещинский В.А. Методология научных исследований: учебник для вузов. – М.: Юрайт, 2022. – 274 с.

² Там же.

от основных варьирующих технологических факторов.

Цель исследования – научное обоснование важнейших технологических факторов после расчленения исследуемой обобщённой функции с использованием логического приёма метода дедукции на полноту перевода ценного компонента (извлечения) в раствор.

Задачи исследования: 1) оценить влияние отдельных варьирующих факторов после расчленения функции на отдельные элементы для оценки полноты перевода золота в продуктивный раствор; 2) проанализировать влияние значимых факторов использования декартового произведения множества комбинаций (картежей) на основе применения логических приёмов индукции и дедукции для эффективного извлечения золота в продуктивный раствор; 3) логико-математический анализ варьирующих технологических факторов в обобщённой функции путём комплексного использования приёмов дедукции, индукции и математических методов.

Методология и методы исследования. Системный подход исследования на основе логико-математического анализа отдельных элементов расчленённой обобщённой функции, определяющих полноту перевода ценного компонента в продуктивный раствор.

Разработанность темы исследования. Гидрометаллургическая технология кучного выщелачивания как система достаточно полно изучена и получила распространение в ведущих странах и России.

Особую роль логике исследования отдельных элементов в методологии и методах исследования Ч. Дарвин сформулировал в следующем изречении, обращённым к критикам: «О наблюдатель он хороший, но способности рассуждать у него нет».

Первые описания о логике исследований принадлежит древнегреческой науке (философы – Аристотель, Сократ, Платон). Важнейшее достижение науки в античный период времени является создание дедуктивного метода исследования, который в законченном виде впервые был представлен в «Логике» Аристотеля¹. Изложена методика расчёта характеристик сложных систем технологического профиля, а количественные характеристики системы выражены через блоки с помощью алгебры логики.

¹ Дрещинский В. А. Методология научных исследований: учебник для вузов. – М.: Юрайт, 2022. – 274 с.

В это же время широкое распространение получают математические методы, использующиеся для решения прикладных и научных задач. Последующую систематизацию всех математических достижений предшественников осуществил Евклид, в которой он выдвинул систему аксиом, принимаемых без доказательства, а завершение античной науки закончилось обоснованием цельной концепции с использованием логики (основоположник Аристотель).

Развитие логики как науки логических закономерностей познания и её связь с методологией и методами исследования. Основоположники разработки математических методов логики – немецкий учёный Г. Лейбниц и англичанин Джордж Буль² [7].

Среди современных предшественников развивающих теоретические методы исследования процесса кучного выщелачивания ценных компонентов следует выделить следующих учёных: И. Н. Плаксина (основоположника современной гидрометаллургии благородных металлов и обогащения полезных ископаемых), Б. Н. Ласкорина (крупного специалиста в области получения цветных и благородных металлов (сорбция, десорбция), Ф. Хабаши (разработавшего теоретические основы прикладной гидрометаллургии), А. Н. Зеликмана и Г. М. Вольдмана (обосновавших теорию процессов выщелачивания золота при гидрометаллургических методах переработки минерального сырья), Г. Г. Минеева (обозначившего теоретические основы металлургии золота методами кучного и подземного выщелачивания золота), М. И. Фазлуллина (разработчика проектов и технологий кучного выщелачивания при освоении урановых и золотосодержащих месторождений), Г. В. Седельникову (разработчика методов интенсификации процесса кучного выщелачивания ценного компонента из бедных руд, теория обогащения золотосодержащих руд), Л. В. Шумилову (давшую теоретическое обоснование методов кучного выщелачивания ценных компонентов, разработка инновационных технологий кучного выщелачивания) и научные школы академика В. А. Чантурия (разработчика технологий переработки руд цветных и благородных металлов, комбинированные методы обогащения), Институт проблем комплексного освоения недр РАН, Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе

² Там же.

зе, Московский государственный горный университет, Национальный исследовательский технологический университет МИСиС, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, Забайкальский государственный университет.

Комбинированное сочетание приёмов логики и математических методов в исследованиях предшественников до сих пор слабо разработаны. Для дальнейших теоретических исследований полноты перевода ценного компонента в продуктивный раствор, ранее отмеченного в работе методом блочного моделирования [9], предлагается в дальнейшем проанализировать влияние других неучтённых факторов. К ним в первую очередь следует отнести:

- содержание цианида натрия в рабочем растворе;
- интенсивность орошения рудного штабеля;
- влияние вещественного состава руды в штабеле на изменение численного значения коэффициента фильтрации, определяющего эффективность выщелачивания на границе раздел фаз твёрдого и жидкого (Т:Ж);
- влияние климатических параметров окружающей среды, в том числе характеристики криолитозоны на месте размещения технологической площадки под рудный штабель на эффективность процесса выщелачивания золота.

Теоретические методы исследования: 1) системный анализ факторов с применением логических приёмов индукции и дедукции; 2) моделирование технологического процесса выщелачивания золота; 3) разработка инновационных технологиче-

ских решений при кучном выщелачивании золота.

Граничные значения изменения каждого из варьирующих факторов приняты по данным практики использования метода кучного выщелачивания золота из техногенного сырья (см. таблицу) [11; 14; 15].

Кривые, характеризующие эффективность процесса выщелачивания золота из рудного штабеля в продуктивный раствор, приведены на рис. 1. Установлено, что зависимость эффективности перевода золота в продуктивный раствор подчиняется экспоненциальной закономерности. Причём изменения функции прослеживается в разной степени для различных варьируемых факторов. Кривые, характеризующие влияние содержания золота, температуры выщелачивающего раствора, максимальной крупности рудных кусков в рудном штабеле, отражены на рис. 1.

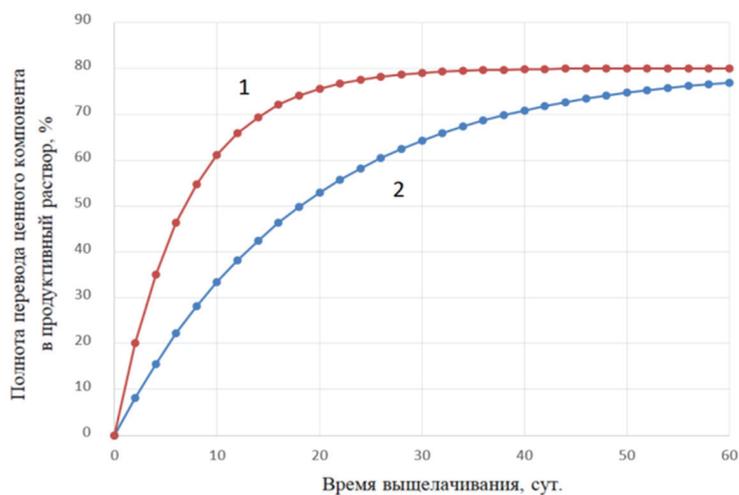
Анализ изменения функции, полученный в виде экспоненты показывает, что экспонента быстрее достигает плато, т. к. возрастает эффективность протекания физико-химических реакций. В то время как с повышением кусков руды в штабеле эффективность процесса выщелачивания золота снижается.

Влияние каждого индивидуального фактора обобщённой функции изучено с использованием метода математического анализа [3; 6], путём нахождения первой производной, учитывающей скорость выщелачивания ценного компонента в штабеле $E'(t) = \Delta E(t) / \Delta t$.

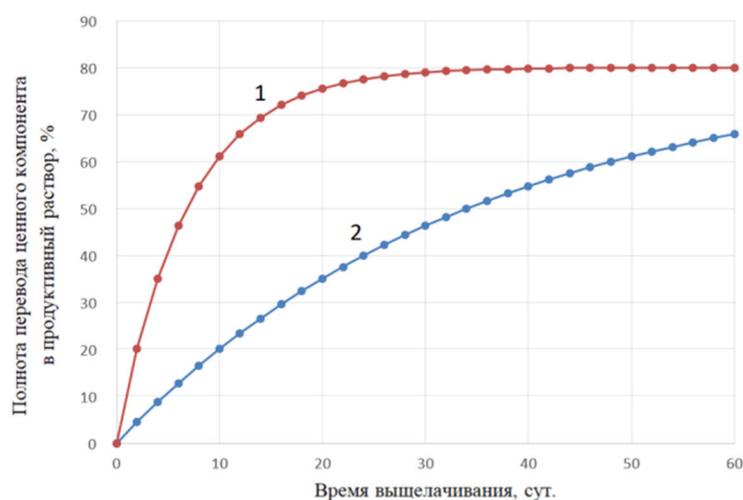
Результаты изменения первой производной обобщённой функции эффективности перевода ценного компонента в продуктивный раствор от времени выщелачивания приведены на рис. 2.

Основные варьирующие технологические факторы / Main varying technological factors

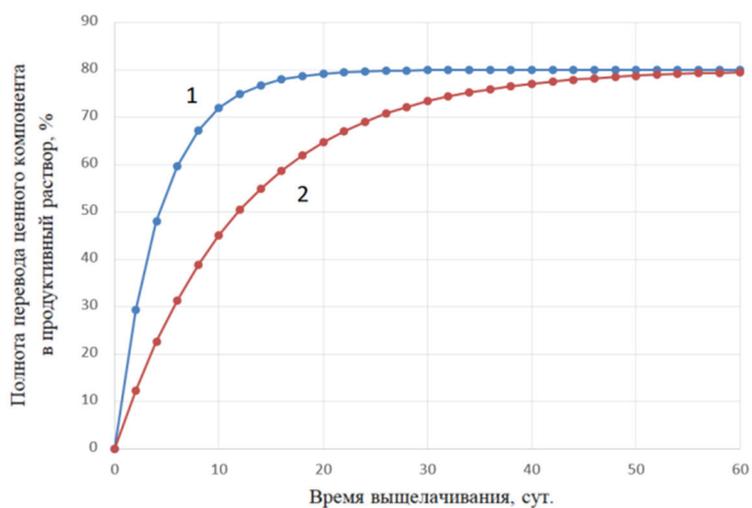
<i>Варьируемые технологические факторы / Technological factors</i>	<i>Единица измерения / Unit measure</i>	<i>Обозначение / Designation</i>	<i>Мин. значение / Min. value</i>	<i>Макс. значение / Max. Value</i>	<i>Шаг изменения исследуемого параметра / Step of the studied parameter change</i>
Содержание золота / Gold Content	Г/т / G/t		1,5	4	0,1
Температура рабочего раствора / working solution temperature	°С	T_p	5	25	1
Диаметр рудного куска / Ore piece diameter	Мм / Mm	d_{max}	10	40	10
Время выщелачивания / Leaching time	Сут. / Day	t	0	60	2



а)



б)



в)

Рис. 1. Зависимость полноты перевода ценного компонента в продуктивный раствор (а, б, в) от времени выщелачивания: а) содержание ценного компонента, г/т; 1 – 4,0; 2 – 1,5; б) температура выщелачивающего раствора, °С, где 1 – 25; 2 – 5; в) максимальная крупность куска руды в штабеле, мм, 1 – 20, 2 – 40 / **Fig. 1.** The dependence of the completeness of a valuable component transfer into a productive solution (a, b, c) on the time of leaching: а) content of the valuable component, g/t, where 1 – 4.0; 2 – 1.5; б) temperature of the leaching solution, °C, 1 – 25; 2 – 5; в) maximum size of a piece of ore in a stack, mm, 1 – 20, 2 – 40

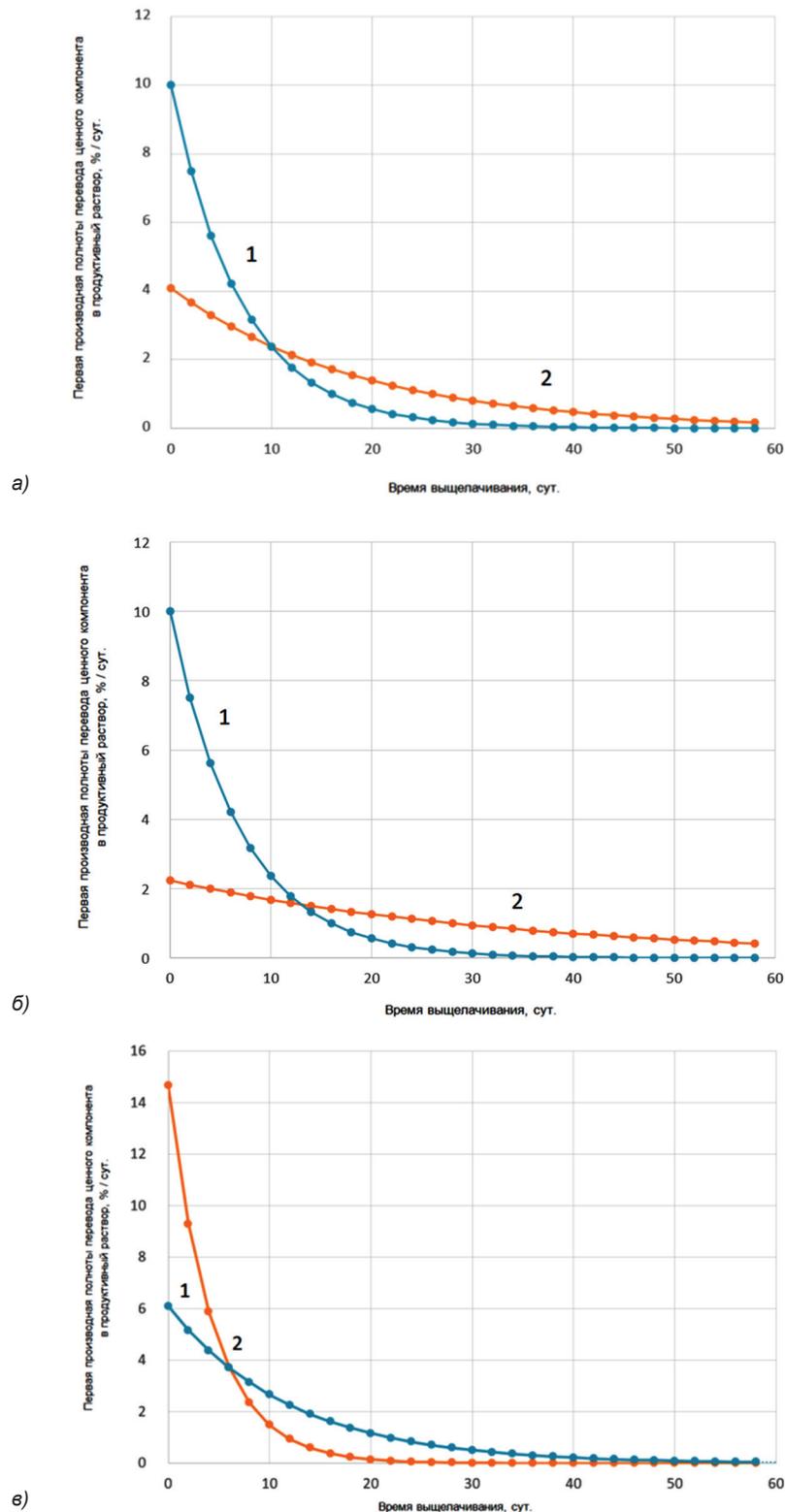


Рис. 2. Зависимость первой производной обобщённой функции полноты перевода ценного компонента в продуктивный раствор (а, б, в) от времени выщелачивания: а) содержание ценного компонента, г/т, 1 – 4,0; 2 – 1,5; б) температура выщелачивающего раствора, °С, 1 – 25; 2 – 5; в) максимальная крупность куска руды в штабеле, мм, 1 – 20, 2 – 40 / **Fig. 2.** The dependence of the first derivative of the generalized function of the completeness of a valuable component transfer into a productive solution (a, b, c) from the time of leaching: а) content of the valuable component, g/t, 1 – 4.0; 2 – 1.5; б) temperature of the leaching solution, °C, 1 – 25; 2 – 5; в) maximum size of a piece of ore in a stack, mm, 1 – 20, 2 – 40

Характер изменения производной функции (скорости процесса от основных технологических параметров – количества вещества, переходящего в раствор в единицу времени) проявляется для каждого из факторов по-разному. Причём это в большей степени появляется при максимальной крупности куска в рудном штабеле и зависит от особенности протекания физико-химических реакций на границе раздела фаз Ж:Т, рис. 2в. Жидкая фаза (Ж) представлена концентрацией цианида в рабочем растворе воды, а кусок руды – минеральной поверхностью определённой формы, содержащей различные частицы вкрапленного мелкого золота и золота, сконцентрированного на поверхности сульфидных минералов. Сравнением данных скорости выщелачивания ценного компонен-

та, найденных по тангенсу угла наклона касательных к соответствующим кривым 1, 2, доказана существенная разница между ними. Угол наклона для первой кривой составляет 10° , а для второй – 40° .

Для оценки совместного влияния анализируемых факторов на эффективность перевода золота в продуктивный раствор предложено использовать декартовое произведение множеств комбинаций (кортежей) $R = \alpha_{Au} \cdot T_p \cdot d_{max} \cdot t$ [13], значения которых приведены в таблице. Зависимости обобщённой функции $E(t)$, представленные в виде трёхмерных поверхностей эффективности перевода ценного компонента в продуктивный раствор, показаны на рис. 3. Численное значение изменения температуры раствора обозначено цифрами 1, 2, 3, где 1– 20°C ; 2– 10°C ; 3– 5°C .

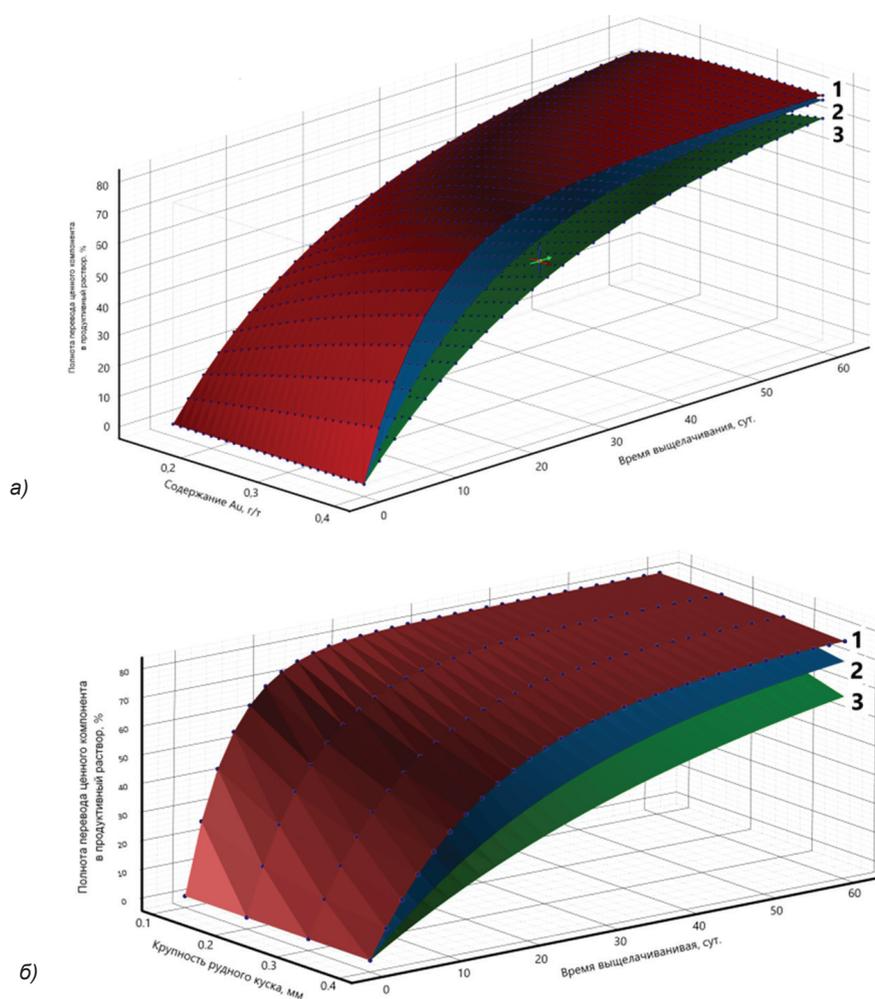


Рис. 3. Зависимости полноты перевода ценного компонента в продуктивный раствор: а – температура раствора, содержание ценного компонента, время выщелачивания; б – температура раствора, время выщелачивания, крупность рудного куска в штабеле, 1 – температура раствора 20°C , 2 – температура раствора 10°C , 3 – температура раствора 5°C / **Fig. 3.** The dependencies of the completeness of a valuable component transition into a productive solution: а – temperature of the solution, the content of the valuable component, leaching time; б – temperature of the solution, leaching time, size of the ore piece in the stack, 1 – solution temperature 20°C , 2 – solution temperature 10°C , 3 – solution temperature 5°C

Анализ представленных поверхностей на рис. 2 показывает, что совместное сочетание двух факторов – крупности рудного куска и температуры раствора оказывает большее влияние на эффективность полноты перевода ценного компонента, чем влияние содержания ценного компонента и температуры раствора при этом же времени выщелачивания.

Выводы. С использованием приёмов логики научных исследований, основанных на анализе правил вывода заключений из посылок дедукции, показано влияние отдельных технологических факторов на эффективность перевода ценного компонента из рудного штабеля в продуктивный раствор.

Установлено, что каждый исследуемый фактор (содержание ценного компонента, температура выщелачивающего раствора, максимальная крупность куска руды в штабеле) подчиняется экспоненциальной закономерности. Совместное влияние рассмотрен-

ных технологических факторов при использовании функции, характеризующей полноту перевода ценного компонента в раствор, также подчиняется ранее выявленной экспоненциальной закономерности.

Анализ скорости изменения эффективности полноты перевода ценного компонента в продуктивный раствор, выполненный с помощью первой производной позволил заключить, что повышение содержания золота в руде и температуры выщелачивающего раствора приводит к повышению эффективности режимных параметров кучного выщелачивания золота.

Крупность куска руды в рудном штабеле приводит к снижению процесса выщелачивания ценного компонента в продуктивный раствор.

Дальнейшая оценка эффективности выщелачивания золота в рудном штабеле требует последующего проведения теоретических и экспериментальных исследований.

Список литературы

1. Барченков В. В. Обогащительные и гидрометаллургические процессы извлечения золота из руд. СПб.: Интермедия, 2022. 544 с.
2. Бейдин А. В., Морозов А. А., Мязин В. П., Соколова Е. С. Технологическая линия рудосортировки забалансовых урановых руд, поражённых накопленными включениями крепёжного леса при подземных работах (на примере ПАО «ППГХО») // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 3. С. 6–13.
3. Боярченко Е. Е. Математическое моделирование в горном деле // Севергеозкотех-2021: междунар. молодежная науч. конф. Ухта: Ухтинский гос. техн. ун-т, 2021. С. 227–229.
4. Василюк П. А., Размахнин К. К. Результаты гидрометаллургических исследований окисленной золотосодержащей руды участка «Северо-Восточный» месторождения «Дельмачик» // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2020. № 9. С. 77–86. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-9-0-77-86.
5. Дороница М. В., Табуркин В. И. Методология науки: становление, системность, основания, функции. Тюмень: Бюро+, 2019. 148 с.
6. Ковалёва Т. Е. Методы математического и компьютерного анализа и обработки информации в горном деле и геологии // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 10. С. 272–276.
7. Левин В. И. Структурно-логические методы исследования сложных систем с применением ЭВМ. М.: Наука, 1987. 304 с.
8. Маниковский П. М., Овчаренко Н. В., Наумов А. Н. Геолого-математическое моделирование месторождений как фактор формирования профессиональных компетенций при подготовке современных горных инженеров // Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов. Чита: ЗабГУ, 2019. С. 24–29.
9. Мязин В. П., Гончаров Д. С., Соколова Е. С. Математическое моделирование кучного выщелачивания золота в рудном штабеле (на месторождении «Дельмачик») // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27, № 10. С. 6–14.
10. Пономарева Г. А., Шестаков В. А. Кучное выщелачивание золота из бедных руд // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Оренбург: Оренбургский гос. ун-т, 2020. С. 978–981.
11. Рубцов Ю. И., Лавров А. Ю., Петухов А. А. Пути повышения эффективности освоения ресурсов техногенного минерального сырья Дарасунского рудника // Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов. Чита: ЗабГУ, 2020. С. 221–225.
12. Секисов А. Г., Рассказова А. В., Литвинова Н. М. Комбинированное кучное выщелачивание сложноразвлекомых форм золота из техногенно-трансформированного минерального сырья // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2019. № 8. С. 198–208.

13. Ступицкий Е. Л. Физические исследования и математическое моделирование крупномасштабных геофизических экспериментов: монография. Долгопрудный: Интеллект, 2019. 799 с.
14. Anderson C. G. Alkaline sulfide gold leaching kinetics // *Minerals Engineering*. 2016. Vol. 92. P. 248–256. DOI: 10.1016/j.mineng.2016.01.009.
15. Kianinia Y., Khalesi M. R., Abdollahy M., Hefter G., Senanayake G., Hnedkovsky L., Darban A. K., Shabdazi M. Predicting cyanide consumption in gold leaching: a kinetic and thermodynamic modeling approach // *Minerals*. 2018. Vol. 8. P.110 DOI: 10.3399 90/min8030110.

References

1. Barchenkov V. V. Concentrating and hydrometallurgical processes of gold extraction from ores. Saint Petersburg: Intermedia, 2022. (In Rus.).
2. Beydin A. V., Morozov A. A., Myazin V. P., Sokolova E. S. Technological line of ore sorting of off-balance uranium ores affected by accumulated inclusions of fastening timber during underground work (on the example of PJSC “PPGHO”). *Bulletin of the Transbaikal State University*, vol. 28, no. 3. pp. 6–13, 2022. (In Rus.).
3. Boyarchenko E. E. Mathematical modeling in mining. Severgeocotech-2021: International. youth scientific conference. Ukhta: Ukhta State Technical University, 2021. (In Rus.).
4. Vasilyuk P. A., Razmakhnin K. K. Results of hydrometallurgical studies of oxidized gold-bearing ore of the Severo-Vostochny section of the Delmachik deposit. *Mining information and analytical Bulletin*, no. 9, pp. 77–86, 2020. DOI: 10.25018/0236–1493-2020-9-0-77-86. (In Rus.).
5. Doronina M. V., Taburkin V. I. Methodology of science: formation, consistency, foundations, functions. Tyumen: Bureau+, 2019. (In Rus.).
6. Kovaleva T. E. Methods of mathematical and computer analysis and information processing in mining and geology. *Proceeds of the Tula State University Technical Sciences*, no. 10, pp. 272–276, 2020. (In Rus.).
7. Levin V. I. Structural and logical methods for the study of complex systems using computers. Moscow: Nauka, 1987. (In Rus.).
8. Manikovskiy P. M., Ovcharenko N. V., Naumov A. N. Geological and mathematical modeling of deposits as a factor in the formation of professional competencies in the training of modern mining engineers. *Kulagin readings: techniques and technologies of production processes*. Chita: Transbaikal State University, 2019. (In Rus.).
9. Myazin V. P., Goncharov D. S., Sokolova E. S. Mathematical modeling of heap leaching of gold in an ore stack (at the Delmachik deposit). *Bulletin of the Transbaikal State University*, vol. 27, no. 10, pp. 6–14, 2021. (In Rus.).
10. Ponomareva G. A., Shestakov V. A. Heap leaching of gold from poor ores. University complex as a regional center of education, science and culture. Orenburg: Orenburg State University, 2020. (In Rus.).
11. Rubtsov Yu. I., Lavrov A. Yu., Petukhov A. A. Ways to improve the efficiency of the development of resources of technogenic mineral raw materials of the Darasunsky mine. *Kulaginsky readings: technique and technologies of production processes*. Chita: Transbaikal State University, 2020. (In Rus.).
12. Sekisov A. G., Rasskazova A. V., Litvinova N. M. Combined heap leaching of hard-to-recover forms of gold from technogenically transformed mineral raw materials. *Mining information and Analytical Bulletin*, no. 8, pp. 198–208, 2019. (In Rus.).
13. Stupitsky E. L. Physical research and mathematical modeling of large-scale geophysical experiments: monograph. Dolgoprudny: Intellect, 2019. (In Rus.).
14. Anderson K. G. Kinetics of alkaline sulfide leaching of gold. *Mineral engineering*, vol. 92, pp. 248–256, 2016. DOI:10.1016/j.mineng.2016.01.009. (In Eng.).
15. Kianinia Yu., Khalesi M. R., Abdollahi M., Hefter G., Senanayake G., Gnedkovsky L., Darban A. K., Shabdazi M. Forecasting cyanide consumption during gold leaching: an approach to kinetic and thermodynamic modeling. *Mineral Resources*, vol. 8, pp. 110, 2018. DOI: 10.3399 90/min8030110. (In Eng.).

Информация об авторах

Мязин Виктор Петрович, д-р техн. наук, зав. лабораторией института горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, профессор кафедры обогащения полезных ископаемых и вторичного сырья Забайкальского государственного университета, г. Чита, Россия; myazinvpchita@mail.ru. Область научных интересов: обогащение руд, металлоносных песков, техногенных образований минерального сырья, геоэкология, методология научных исследований, физико-химические и инновационные технологии.

Гончаров Денис Сергеевич, канд. техн. наук, ведущий геолог, ООО «Восток геосервис», г. Чита, Россия; dgoncharov@yandex.ru. Область научных интересов: геоэкология, компьютерное моделирование технологических процессов, системный анализ, информационные системы.

Сokolova Екатерина Сергеевна, соискатель, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; sokolova2132@mail.ru. Область научных интересов: патентно-информационный анализ объектов техники и технологии, представление данных в двух- и трёхмерной системе проектирования, раз-

работка инновационных технологий, обоснование методов и устройств геотехнологии выщелачивания ценных металлов.

Арданаева Светлана Александровна, аспирант, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; ardanaeva@mail.ru. Область научных интересов: обогащение полезных ископаемых, металлургические методы и приёмы выщелачивания ценных металлов, математическая обработка и представление экспериментальных данных

Information about the authors

Myazin Viktor P., doctor of technical sciences, head laboratory of the institute of mining named after N. A. Chinakal SB RAS, professor of the department of mineral processing and secondary raw materials, Transbaikal State University, Chita, Russia; myazinvpchita@mail.ru. Research interests: beneficiation of ores, metal-bearing sands, technogenic formations of mineral raw materials, geoecology, scientific research methodology, physico-chemical and innovative technologies.

Goncharov Denis S., candidate of technical sciences, leading geologist of Vostok Geoservice, Chita, Russia; dgoncharov@yandex.ru. Research interests: geoecology, computer modeling of technological processes, system analysis, information systems

Sokolova Ekaterina S., applicant for scientific degree, Transbaikal State University, Chita, Russia; sokolova2132@mail.ru. Research interests: patent information analysis of technical and technological objects, presentation of data in a two- and three-dimensional design system, development of innovative technologies, justification of methods and devices for geotechnology of leaching of valuable metals

Ardanaeva Svetlana A., postgraduate, Transbaikal State University, Chita, Russia; ardanaeva@mail.ru. Research interests: mineral processing, metallurgical methods and techniques for leaching valuable metals, mathematical processing and presentation of experimental data

Вклад авторов в статью

В. П. Мязин – разработка идеи исследования, системный анализ разработанности темы с использованием логических приёмов индукции и дедукции, системный анализ научных исследований, формулирование выводов и заключения по статье, общее руководство выполнением работы.

Д. С. Гончаров – математический анализ эффективности обобщённой функции перевода ценного компонента в продуктивный раствор, графическое и экспоненциальное представление данных теоретических исследований.

Е. С. Соколова – поиск и системный анализ информационных источников и патентной документации, анализ аналогов по технологии кучного выщелачивания золота по ведущим странам, графическое представление данных теоретических исследований по варьируемым технологическим факторам, влияющих на эффективность кучного выщелачивания золота в рудном штабеле, оформление статьи.

С. А. Арданаева – математическая обработка данных и построение графических зависимостей.

The authors contribution to the article

V. P. Myazin – development of the research idea, systematic analysis of the topic development using logical techniques of induction and deduction, systematic analysis of scientific research, formulation of findings and conclusions, general guidance for the implementation of the work;

D. S. Goncharov – mathematical analysis of the effectiveness of the generalized function of a valuable component transferring into a productive solution, graphical and exponential presentation of theoretical research data;

E. S. Sokolova – search and systematic analysis of information sources and patent documentation, analysis of analogues of gold heap leaching technology in leading countries, graphical presentation of theoretical research data on variable technological factors affecting the efficiency of gold heap leaching in an ore stack, designю

S. A. Ardanaeva – mathematical data processing and construction of graphical dependencies.

Для цитирования

Мязин В. П., Гончаров Д. С., Соколова Е. С., Арданаева С. А. Логико-математический анализ обобщённой функции модели кучного выщелачивания золота в рудном штабеле // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 4. С. 85–94. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-85-94.

For citation

Myazin V. P., Goncharov D. S., Sokolova E. S., Ardanaeva S. A. Logical and Mathematical Analysis of the Generalized Function of the Model of Heap Leaching of Gold in the Ore Stack // Transbaikal State University Journal. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 85–94. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-85-94.

Научная статья
УДК 622.7
DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-95-104

Лабораторные исследования раскрываемости минералов карбонатно-флюоритовой руды месторождения «Эгитинское»

Виталий Сергеевич Лабудин¹, Анатолий Николаевич Храмов²

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

¹labydinitalii@mail.ru, ²khramov.a53@mail.ru

Информация о статье:

Статья поступила
в редакцию 31.03.2023

Одобрена после
рецензирования 01.11.2023

Принята к публикации
07.11.2023

Ключевые слова:

флюорит, карбонатные минералы, месторождение, раскрытие минералов, карбонатный модуль, степень измельчения, флотация, лабораторные исследования, гранулометрический анализ, минералогический анализ

Руда месторождения «Эгитинское» перерабатывается на обогатительной фабрике ООО «Эгитинский ГОК Плюс» по технологической схеме, включающей: трёхстадиальное дробление, двухстадиальное измельчение, предварительную и поверочную классификацию, флотационный передел, сгущение, фильтрацию и сушку концентратов. Конечными (товарными) продуктами, получаемыми на обогатительной фабрике при переработке руды, являются флюоритовые концентраты марок ФФ-95 и ФФ-97, соответствующие требованиям ГОСТ 29219-91 «Концентраты плавиково-шпатовые кислотные и керамические». Получение высокосортных флюоритовых концентратов при обогащении данных типов руд осложняется вследствие близких физико-химическими свойств флюорита и карбонатных минералов (кальцита, доломита и пр.), а также снижением в исходной руде карбонатного модуля по мере отработки месторождения. Учитывая данные обстоятельства, требуются определять при измельчении не только степень раскрытия флюорита, но и степень раскрытия карбонатных минералов. Объект исследования – карбонатно-флюоритовые руды месторождения «Эгитинское». Предмет исследования – процесс раскрытия минералов на стадии измельчения. Цель исследования – определить оптимальную степень измельчения, обеспечивающего повышение эффективности флотационного обогащения карбонатно-флюоритовой руды месторождения «Эгитинское». Лабораторные исследования по выявлению оптимальной степени измельчения проводились двумя способами: по результатам технологических показателей флотационных тестов и по результатам изучения степени раскрытия минералов (флюорита и кальцита) в зависимости от различной степени измельчения руды. При проведении флотационных тестов установлено, что достаточная степень селективного разделения, как флюорита, так и карбонатных минералов происходит при выходе 70 % готового класса крупности (-0,071 мм). По результатам исследования степени раскрытия минералов выявлена оптимальная степень измельчения с выходом от 70 до 75 % класса – 0,071 мм.

Original article

Laboratory Research of the Opening of Minerals of Carbonate-Fluorite Ore of the Egitinskoye Deposit

Vitaly S. Labudin¹, Anatoly N. Khramov²

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

¹labydinitalii@mail.ru, ²khramov.a53@mail.ru

Information about the article:

Received 31 March, 2023

Approved after reviewing
1 November, 2023

Accepted for publication
7 November, 2023

Ore from the Egitinskoye deposit is processed at the Egitinsky GOK Plus concentrating plant according to a technological scheme including: three-stage crushing, two-stage grinding, preliminary and verification classification, flotation processing, thickening, filtration and drying of concentrates. The end (commercial) products obtained at the processing plant during the processing of ore are fluorite concentrates of the FF-95 and FF-97 grades that meet the requirements of GOST 29219-91 "Fluoric acid and ceramic concentrates". Obtaining high-grade fluorite concentrates during the enrichment of these types of ores is complicated due to the close physical and chemical properties of fluorite and carbonate minerals (calcite, dolomite, etc.), as well as a decrease in the carbonate module in the original ore as the deposit is developed. Considering these circumstances, it is required to determine during grinding not only the degree of fluorite opening, but also the degree of opening of carbonate minerals.

Keywords:

fluorite, carbonate minerals, deposit, mineral disclosure, carbonate module, degree of grinding, flotation, laboratory research, granulometric analysis, mineralogical analysis

The object of research is the carbonate-fluorite ores of the Egitinskoye deposit. The subject of research is the process of opening minerals at the grinding stage. The purpose of the research is to determine the optimal degree of grinding, which ensures an increase in the efficiency of flotation enrichment of carbonate-fluorite ore from the Egitinskoye deposit. Laboratory research to identify the optimal degree of grinding were carried out in two ways: according to the results of technological indicators of flotation tests and according to the results of studying the degree of disclosure of minerals (fluorite and calcite), depending on the different degree of grinding of the ore. When carrying out flotation tests, it was found that a sufficient degree of selective separation of both fluorite and carbonate minerals occurs at the exit of 70 % of the finished size class (-0.071 mm). According to the results of the study of the degree of disclosure of minerals, the optimal degree of grinding was revealed with a yield of 70 to 75 % of the class – 0.071 mm.

Введение. В настоящее время одной из глобальных проблем, стоящих перед человечеством, является истощаемость природных ресурсов и загрязнение окружающей среды [1; 8]. Это объясняется невозможностью запасов полезных ископаемых в недрах земной коры и прогрессирующими темпами потребления материалов, получаемых из минерального сырья [2; 7; 9]. Усложнение состава перерабатываемых полезных ископаемых, вовлечение в эксплуатацию месторождений новых технологических видов при стремлении к комплексному освоению недр, вызывает необходимость интеграции всех переделов горного производства в единую технологию получения минеральных продуктов [3; 13]. В целом, эффективность какой-либо технологии обогащения полезных ископаемых определяется, главным образом, двумя основными факторами: степенью готовности исходного материала, т. е. степенью раскрытия ценных минералов в поступающем на обогащение минеральном сырье [5], и совершенствованием техники и технологий непосредственного обогащения [4; 9]. Исследованием руд по выбору оптимальной крупности подготовительных процессов занимаются множество зарубежных и отечественных ученых [12; 14; 15].

Распространённым методом при оптимизации параметров измельчения перед флотацией является подготовка продуктов с различной степенью измельчения [5; 6; 11], которые подвергаются дальнейшему флотационному обогащению и таким образом степень измельчения входит в исследование флотуемости в качестве варьируемого параметра [10; 12]. **Объект исследования** – карбонатно-флюоритовые руды месторождения «Эгитинское». **Предмет исследования** – процесс раскрытия флюорита и карбонатных минералов на стадии измельчения. **Цель исследования** – определение оптимальной степени измельчения, обеспечивающей повышение эффективности флотационного обогащения

карбонатно-флюоритовой руды месторождения «Эгитинское».

Основные задачи исследования: изучить измельчаемость карбонатно-флюоритовой руды, установить оптимальную степень измельчения карбонатно-флюоритовой руды месторождения «Эгитинское».

Материалы и методы исследования. Для исследования использовалась представительная технологическая проба руды месторождения «Эгитинское», подготовленная дроблением и грохочением до крупности -2+0 мм, сокращенная до навесок. Перед флотацией исходные навески руды измельчались в лабораторной шаровой мельнице 40 МЛ с поворотной осью при соотношении Т:Ж:Ш 1,5:1:13 (масса навески 850 г, количество воды – 580 мл, масса шаровой загрузки – 7500 г). Флотация измельченной руды проводилась во флотационных машинах «Механобр» с объёмом камер 3,0 и 0,75 литров. Температура пульпы + 25 °С. Время флотации, время агитации с реагентами, необходимое значение pH, расход реагентов и другие параметры флотационного процесса принимались по технологическому регламенту обогатительной фабрики¹. При флотации использованы следующие реагенты: сода кальцинированная в качестве регулятора среды, жидкое стекло и сернокислый алюминий в качестве модификаторов, Берол 8305 как собиратель.

Гранулометрический анализ проводился согласно ГОСТ 24598-81² комбинирован-

¹ Технологический регламент для переработки карбонатно-флюоритовой руды месторождения «Эгитинское».

² ГОСТ 24598-81. Руды и концентраты цветных металлов. Ситовый и седиментационный методы определения гранулометрического состава: государственный стандарт союза ССР: дата введения 1983-01-01 / Министерство цветной металлургии СССР. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200024732> (дата обращения: 21.07.2023). – Текст: электронный; ГОСТ 7619.0-81. Шпат плавиковый. Общие требования к методам химического анализа: государственный стандарт союза ССР: дата введения 1981-02-27 / Министерство цветной металлургии СССР. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200024996> (дата обращения: 21.07.2023). – Текст: электронный.

ным (мокро-сухим) методом. Рассев класса +0,071 мм, высушенного после мокрого анализа, осуществлялся на ситовом анализаторе АСВ-300 в течение 15 мин. Минералогический анализ выполнен на поляризационном микроскопе Olympus BX53. Химический анализ выполнялся по методикам ГОСТ 7619-81¹. Обработка результатов выполнена методом прикладной математики с использованием программы *Microsoft Excel*.

Результаты исследования и их об- суждение. Проведение лабораторных флотационных исследований осуществлялось в лабораториях кафедры ОПИи ВС горного факультета ЗабГУ.

Особое внимание уделялось прямым флотационным тестам, результаты которых, с одной стороны, представляют наибольший практический интерес, а с другой – позволяют наиболее полно учесть исключительно сложный комплекс особенностей флотационного процесса.

Результаты исследований в полупромышленных условиях показали, что оптимальная степень измельчения руды перед флотацией составляет 68–72 % класса -0,071 мм².

При переработке флюоритовых руд месторождения «Эгитинское» в промышленных условиях на обогатительной фабрике ОАО «Забайкальский ГОК» технологический режим измельчения составлял 75–80 % класса -0,071 мм³.

Исходя из того, что выход готового класса -0,071 мм варьировался в пределах от 68 до

¹ ГОСТ 24598-81. Руды и концентраты цветных металлов. Ситовый и седиментационный методы определения гранулометрического состава: государственный стандарт союза ССР: дата введения 1983-01-01 / Министерство цветной металлургии СССР. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200024732> (дата обращения: 21.07.2023). – Текст: электронный; ГОСТ 7619.0-81. Шпат плавиковый. Общие требования к методам химического анализа: государственный стандарт союза ССР: дата введения 1981-02-27 / Министерство цветной металлургии СССР. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200024996> (дата обращения: 21.07.2023). – Текст: электронный.

² Отчёт о научно-исследовательской работе (заключительный) «Разработка селективной технологии обогащения сильнокарбонатных флюоритовых руд Эгитинского месторождения» / А. В. Курков. – М., 2002. – 52 с. – URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/87659/1/mssmi_2019_008.pdf (дата обращения: 21.06.2023). – Текст: электронный.

³ Зеленый Э. Н. «Эгитинское месторождение плавикового шпата. Результаты детальной разведки с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.87: отчет Эгитинской ГРП за 1981–1987 гг. / ПГО «Бурятгеология». – Т. 1. – Улан-Удэ, 1987. – URL: <https://rfgf.ru/catalog/docview.php?did=c2038a374b35d33f32d7dec8755d5b42> (дата обращения: 21.06.2023). – Текст: электронный.

80 %, для данного исследования были проведены тесты по определению времени измельчения для обеспечения тонины помола руды с выходом готового класса крупности – 0,071 мм 60; 65; 70; 75 и 80 % с целью обеспечения оптимального измельчения руды перед флотационными опытами. Для данного теста использовались три навески руды по 850 грамм, крупностью -2+0 мм, подготовленные для построения кривой измельчения.

Определялось содержание класса -0,071 мм в исходной руде и измельченной – в течение 15 и 30 мин.

По данным ситового анализа построен график зависимости содержания готового класса -0,071 мм в измельченной пробе руды от времени измельчения по методике с использованием уравнения В. В. Товарова. Полученная графическая зависимость, приведена на рис. 1. Рассмотрен участок от 0 до 15 мин для наглядности построения кривой измельчения.

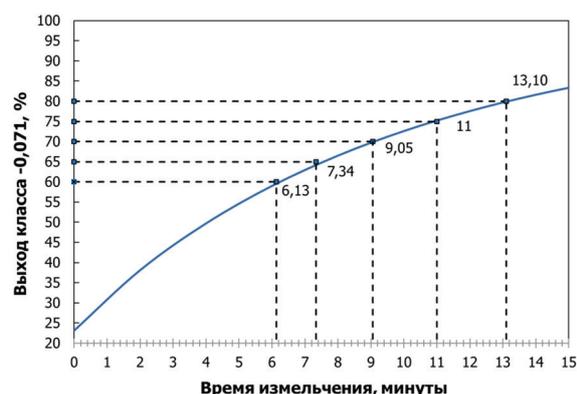


Рис. 1. График зависимости выхода готового класса -0,071мм от времени измельчения руды / **Fig. 1.** Graph of the dependence of the output of the finished class -0.071mm on the time of grinding the ore

По графику (рис. 1) определено необходимое время измельчения для достижения заданной тонины помола технологических пробы, а именно для тонины помола 60 % кл. – 0,071 мм – 6 мин 13 с; 65 % – 7 мин 34 с; 70 % – 9 мин 05 с; 75 % – 11 мин 00 с; 80 % – 13 мин 01 с.

Лабораторные исследования по выявлению оптимальной степени измельчения проводились двумя способами: по результатам технологических показателей флотационных тестов и по результатам изучения степени раскрытия минералов (флюорита и кальцита) в зависимости от различной степени измельчения руды.

Флотационные тесты проводились в параллели и в открытом режиме. Общая технологическая схема проведения тестов представлена на рис. 2.

В ходе исследований переменным фактором являлось различное время измельчения: тест 1 – 9 мин 05 с; тест 2 – 6 мин 13 с; тест 3 – 7 мин 34 с; тест 4 – 11 мин 00 с; тест 5 – 13 мин 01 с. Реагентный режим и технологические параметры флотации при проведении тестов были одинаковыми.

Сводные технологические показатели флотационных тестов № 1–5 в лабораторных условиях в открытом режиме с различной степенью измельчения приведены в табл. 1.

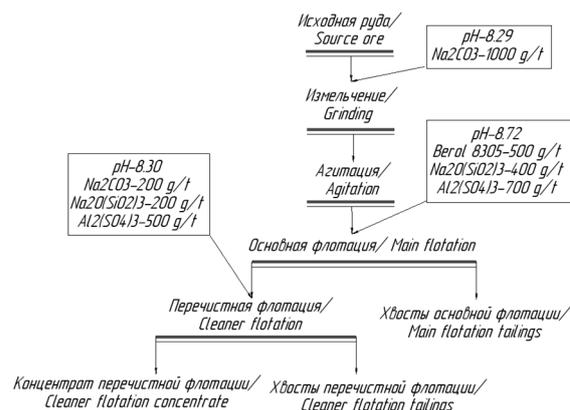


Рис. 2. Общая технологическая схема проведения флотационных тестов / Fig. 2. General technological scheme for conducting flotation tests

Таблица 1 / Table 1

Сводные результаты технологических показателей флотационных тестов № 1–5 в лабораторных условиях в открытом режиме с различной степенью измельчения / Summary results of technological indicators of flotation tests No. 1–5 in laboratory conditions in an open mode with various degrees of grinding

Наименование продуктов/ Name of products	Выход / Exit	Содержание, % / Content, %		Извлечение, % / Extraction, %		Эффективность обогащения, % / Enrichment efficiency, %		Условия проведения теста / Test conditions
		%	CaF ₂	CaCO ₃	CaF ₂	CaCO ₃	CaF ₂	
Тест 2 / Test 2								
Концентрат перечистой флотации / Cleaner flotation concentrate	66,40	75,17	18,06	95,11	83,75	60,4	20,3	Выход готового класса -0,071 мм – 60 % / Finished class -0,071 мм – 60 %
Хвосты перечистой флотации / Cleaner flotation tailings	4,10	11,06	20,77	0,86	5,95			
Хвосты основной флотации / Main flotation tailings	29,50	7,16	5,00	4,02	10,30			
Исходный материал (расчёт) / Source material (calculation)	100,00	52,48	14,32	100,00	100,00			
Тест 3 / Test 3								
Концентрат перечистой флотации / Cleaner flotation concentrate	65,10	75,38	18,07	93,95	81,89	60,4	19,6	Выход готового класса -0,071 мм – 65 % / Finished class -0,071 мм – 65 %
Хвосты перечистой флотации / Cleaner flotation tailings	4,40	13,81	21,96	1,16	6,73			
Хвосты основной флотации / Main flotation tailings	30,50	8,37	5,36	4,89	11,38			
Исходный материал (расчёт) / Source material (calculation)	100,00	52,23	14,36	100,00	100,00			
Тест 1 / Test 1								
Концентрат перечистой флотации / Cleaner flotation concentrate	64,00	76,32	17,10	92,40	75,23	60,3	13,1	Выход готового класса -0,071 мм – 70 % / Finished class -0,071 мм – 70 %
Хвосты перечистой флотации / Cleaner flotation tailings	6,80	22,76	25,09	2,93	11,73			
Хвосты основной флотации / Main flotation tailings	29,20	8,45	6,50	4,67	13,05			
Исходный материал (расчёт) / Source material (calculation)	100,00	52,86	14,55	100,00	100,00			

Окончание табл. 1 / End the table 1

Наименование продуктов/ Name of products	Выход / Exit	Содержание, % / Content,%		Извлечение, % / Extraction, %		Эффективность обогащения, % / Enrichment efficiency, %		Условия проведения теста / Test conditions
	%	CaF ₂	CaCO ₃	CaF ₂	CaCO ₃	CaF ₂	CaCO ₃	
Тест 4 / Test 4								
Концентрат перечистой флотации / Cleaner flotation concentrate	65,00	74,65	18,15	91,96	79,26	57,1	16,8	Выход готового класса -0,071 мм – 75 %/ Finished class -0,071 mm – 75 %
Хвосты перечистой флотации / Cleaner flotation tailings	5,20	14,56	20,45	1,43	7,14			
Хвосты основной флотации / Main flotation tailings	29,80	11,70	6,79	6,61	13,59			
Исходный материал(расчёт) / Source material (calculation)	100,00	52,77	14,88	100,00	100,00			
Тест 5 / Test 5								
Концентрат перечистой флотации / Cleaner flotation concentrate	63,90	75,36	18,34	92,07	80,71	59,1	19,7	Выход готового класса -0,071 мм – 80 %/ Finished class -0,071 mm – 80 %
Хвосты перечистой флотации / Cleaner flotation tailings	5,70	15,73	19,01	1,71	7,46			
Хвосты основной флотации / Main flotation tailings	30,40	10,69	5,65	6,21	11,83			
Исходный материал(расчёт) / Source material (calculation)	100,00	52,30	14,52	100,00	100,00			

На основании результатов исследований по выбору оптимальной степени измельчения в зависимости от показателей флотационных опытов установлено: наилучшие показатели обогащения руды получены при измельчении в течение 9 мин 05 с, что соответствует выходу готового класса крупности (-0,071 мм) – 70 % (эффективность обогащения флюорита составила 60,24 % при минимальной эффективности по кальциту – 13,10 %), что характеризует оптимальную степень раскрытия, как флюорита, так и карбонатных минералов и обеспечивает достаточную степень селективного разделения.

Исследования по выбору оптимальной степени измельчения в зависимости от степени раскрытия минералов включали следующие задачи:

– изучить измельчаемость руды установленной по графику измельчения руды (см. рис. 1);

– установить степень раскрытия минералов (флюорита и кальцита) в продуктах с различным временем измельчения по результатам их гранулометрического, минералогического и химического анализа.

При проведении минералогического анализа изучались классы крупности +0,071 мм и -0,071 мм каждой пробы, измельченных с

различным временем. В качестве примера в данной статье приведены фото и описание пробы, измельченной до 70 % выхода готового класса. Установлено, что срастания с кальцитом единичны, содержание не достигает 0,2 %. Абсолютно раскрытые зерна флюорита составляют 95 %, остальной флюорит представлен сростками с тонкими глинисто-слюдистосодержащими агрегатами кальцит-хлорит-кварцевого состава. Степень соотношения флюорита в сростках от 35–40 %, до практически полностью флюоритового зерна с тонкими каймами смешанного состава. 40 % флюорита имеют в составе включения. Внешне материал больше загрязнён глинисто-слюдистосодержащими агрегатами кальцит-хлорит-кварцевого состава. Фотографии минералогического анализа классов крупности +0,071 и -0,071 мм пробы, измельченной до 70 % выхода готового класса представлены на рис. 3 и 4.

Результаты гранулометрического и химического анализа продуктов измельчения руды при различном времени измельчения приведены в табл. 2. Графические зависимости извлечения минералов (флюорита и кальцита) по классам крупности +0,071 мм, -0,071 мм, +0,020 мм и -0,020 мм от выхода готового класса представлены на рис. 5–7.



Рис. 3. Класс крупности +0,071 мм при выходе 70 % готового класса крупности (-0,071 мм), Fл-флюорит / **Fig. 3.** Size class +0.071 mm at the output of 70 % of the finished size class (-0.071 mm) Fл-fluorite

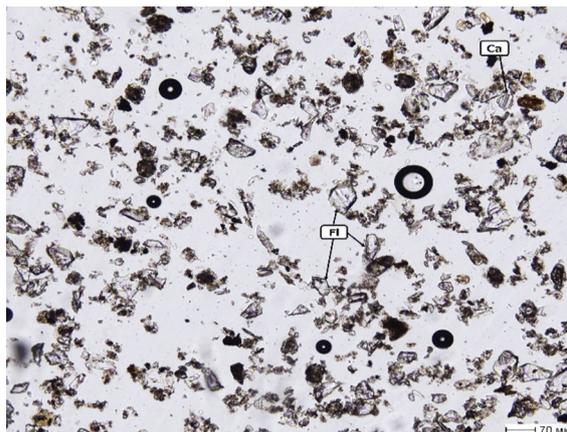


Рис. 4. Класс крупности -0,071 мм при выходе 70 % готового класса крупности (-0,071 мм), Fл-флюорит, Са-кальцит / **Fig. 4.** Size class -0.071 mm at the output of 70 % of the finished size class (-0.071 mm) Fл-fluorite, Са-calcite

Таблица 2 / Table 2

Гранулометрический и химический состав продуктов измельчения при различном времени измельчения / Granulometric and chemical composition of grinding products at different grinding times

Выход готового класса -0.071 мм, % / Finished class -0.071 mm, %	Класс крупности, мм / Size class, mm	Выход / Exit		Содержание, % / Content, %		Распределение, % / Distribution, %	
		гр	%	CaF ₂	CaCO ₃	CaF ₂	CaCO ₃
60	+0,071	342	40,3	50,9	12,0	40,4	34,4
	-0,071+0,020	277,1	32,6	42,5	17,5	27,3	40,6
	-0,020+0	230	27,1	60,5	13,0	32,3	25,0
	Итого / Total	849,1	100,0	50,8	14,1	100,0	100,0
65	+0,071	295	34,7	55,5	11,9	37,5	32,9
	-0,071+0,020	328,7	38,7	43,3	12,8	32,6	39,4
	-0,020+0	225,6	26,6	57,8	13,1	29,9	27,7
	Итого / Total	849,3	100,0	51,4	12,6	100,0	100,0
70	+0,071	251,3	29,6	34,9	12,2	20,3	28,0
	-0,071+0,020	312,6	36,8	57,5	13,6	41,6	38,8
	-0,020+0	285,2	33,6	57,8	12,8	38,1	33,3
	Итого / Total	849,1	100,0	50,9	12,9	100,0	100,0
75	+0,071	210,4	24,8	35,6	13,1	17,2	25,3
	-0,071+0,020	356,6	42,0	56,2	13,1	46,0	42,8
	-0,020+0	281,4	33,2	57,0	12,3	36,8	31,8
	Итого / Total	848,4	100,0	51,4	12,8	100,0	100,0
80	+0,071	170,1	20,0	24,2	17,8	9,3	26,0
	-0,071+0,020	331,2	39,0	58,0	12,4	43,3	35,3
	-0,020+0	348,3	41,0	60,5	12,9	47,5	38,6
	Итого / Total	849,6	100,0	52,3	13,7	100,0	100,0

Как видно из табл. 2, результаты гранулометрического состава измельченных продуктов подтвердили данные кривой кинетики измельчения руды месторождения «Эгитинское» (см. рис. 1), т. е. при измельчении в течение 6 мин 13 с выход готового класса – 0,071 мм составил 59,7 %, при 7 мин 34 с –

65,3 %, при 9 мин 05 с – 70,4 %, при 11 мин – 75,2 %, при 13 мин 10 с – 80 % готового класса. Кроме того, с учётом данных таблицы построены графические зависимости распределения минералов (флюорита и кальцита) в классы крупности от степени измельчения, представленные на рис. 5, 6, 7.

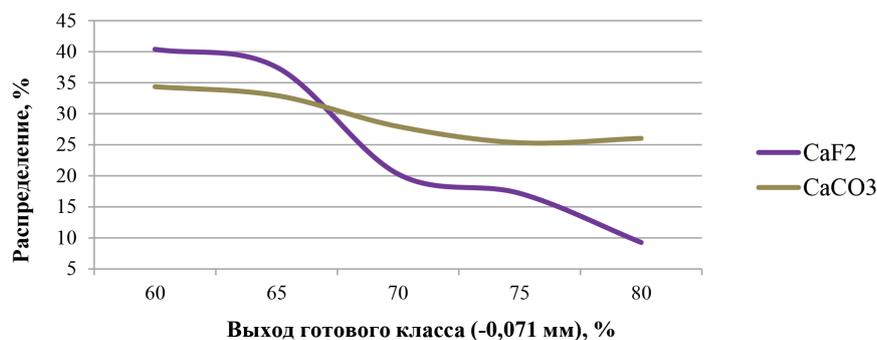


Рис. 5. Графики зависимости распределения минералов (флюорита и кальцита) по классам крупности +0,071 мм от степени измельчения / **Fig. 5.** Graphs of dependence of minerals (fluorite and calcite) distribution by size classes +0.071 mm on the degree of grinding

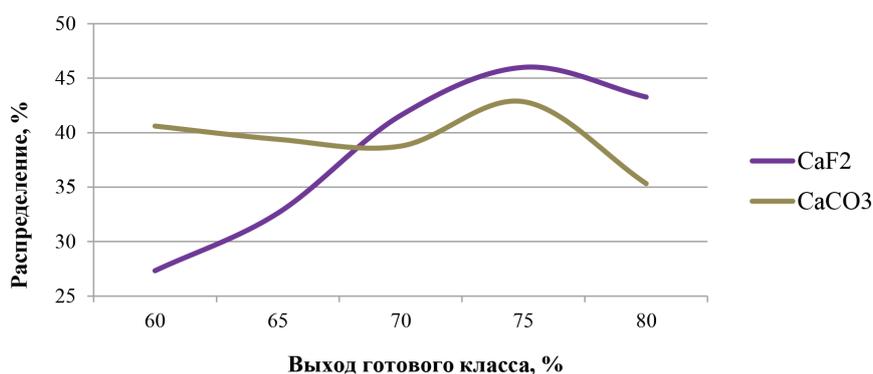


Рис. 6. Графики зависимости распределения минералов (флюорита и кальцита) по классам крупности -0,071+0,020 мм от степени измельчения / **Fig. 6.** Graphs of dependence of mineral (fluorite and calcite) distribution by size classes -0.071+0.020 mm on the degree of grinding

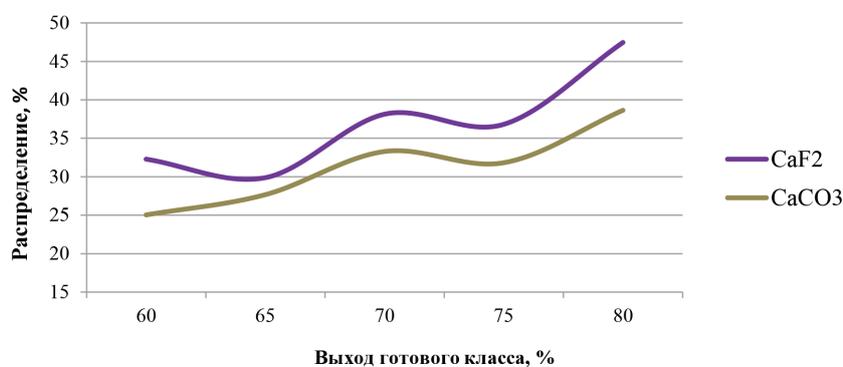


Рис. 7. Графики зависимости распределения минералов (флюорита и кальцита) по классам крупности -0,020+0 мм от степени измельчения / **Fig. 7.** Graphs of dependence of minerals (fluorite and calcite) distribution by size classes -0.020+0 mm on the degree of grinding

Выводы. Из анализа графиков видно, что при увеличении тонины помола (выхода готового класса) наблюдается следующее:

– в классе крупности +0,071 мм (см. рис. 5) происходит снижение извлечения флюорита и кальцита, что очевидно;

– в классе крупности -0,020 мм (см. рис. 7) при увеличении времени помола повышается извлечение флюорита и кальцита, т. е. наблюдается процесс шламообразования, более интенсивно происходит переход флюорита в шламы при выходе готового класса 80 %;

– в классе крупности -0,071+0,020 мм (рис. 6) происходит увеличение извлечения флюорита до 75 % готового класса, далее (при 80 %) происходит снижение извлечения флюорита; по кальциту, эта зависимость слабо выражена, т. е. экстремум кривой гра-

фика характеризует оптимальную область степени измельчения по выходу готового класса крупности -0,071 мм и составляет 70–75 %.

Результаты проведенных лабораторных исследований раскрываемости минералов карбонатно-флюоритовой руды месторождения «Эгитинское» следующие:

1. При проведении флотационных тестов установлено, что достаточная степень селективного разделения, как флюорита, так и карбонатных минералов происходит при выходе 70 % готового класса крупности (-0,071 мм).

2. При анализе результатов гранулометрического и минералогического исследований по степени раскрытия минералов, выявлена оптимальная степень измельчения с выходом от 70 до 75 % класса -0,071 мм.

Список литературы

1. Аксенова Г. Я. Количественная оценка степени раскрытия минералов при измельчении руд // Обогащение руд. 2005. № 3. С. 14–18.
2. Фатьянов А. В., Никитина Л. Г., Глотова Е. В. Технология обогащения флюоритовых руд: монография. Новосибирск: Наука, 2006. 196 с.
3. Авдохин В. М. Основы обогащения полезных ископаемых: в 2 т. Т. 1: Обогащительные процессы. М.: Горная книга, 2008. 416 с.
4. Астахов Р. Я., Никифоров К. А., Мохосоев М. В. Селективная флотация флюориткарбонатных руд. Новосибирск: Наука, 1983. 137 с.
5. Марченко А. А., Зашихин А. В., Воскресенская Е. Н., Южанников А. Ю. Разработка технологии обогащения флюоритовых руд Нижне-Березовского месторождения (Красноярский край) // Успехи современного естествознания. 2013. № 12. С. 20–25.
6. Гордиенко П. С., Ярусова С. Б., Крысенко Г. Ф. Переработка флюоритсодержащего минерального сырья и отходов Ярославского горно-обогатительного комбината: монография. Ярославль: РИОР, 2018. 215 с.
7. Купцова А. В., Мезенцева О. П., Храмов А. Н. Применение минералого-аналитических методов определения параметров раскрытия минералов // Горный журнал. 2014. № 11. С. 35–39.
8. Смольяков А. Р. Раскрытие минералов при измельчении руды // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2007. № 8. С. 224–234.
9. Лысенко А. А., Кутлин Б. А., Храмов А. Н., Щекотов Н. Д. Предварительное обогащение руд на предприятиях «Монголросцветмет» (Монголия) // Горный журнал. 2000. №2. С. 28–30.
10. Бадамсурэн Х., Кутлин Б.А., Болдбаатар М. Совершенствование технологии обогащения руд на ОФ ГОКа Бор-Ундур // Горный журнал. Улан-Баатар, 2003. №3. С. 16–19.
11. Храмов А. Н. Алгоритм исследования раскрываемости ценных компонентов и его технологические возможности применения при измельчении руд // Вестник Забайкальского государственного университета. 2012. Т. 81, № 2. С. 36–41.
12. Храмов А. Н., Костромина И. В. Способ определения оптимальных параметров процессов рудоподготовки // Вестник Забайкальского государственного университета. 2017. Т. 23, № 9. С. 45–52.
13. Мязин В. П., Храмов А. Н. Повышение эффективности технологии переработки плавикошпатового сырья путем совершенствования предварительного обогащения // Вестник ЧитГУ. 2011. № 3. С. 40–45.
14. Barry A. Wills, James Finch. Mineral Processing Technology. 8th Edition, 2016.
15. Wills B. A., Barley R. W. Mineral Processing at a Crossroads. Problems and Prospects. New York: Springer, 1986. 429 p.

References

1. Aksenova G. Ya. Quantitative assessment of the degree of mineral disclosure during ore grinding. Ore enrichment, no. 3, pp. 14–18, 2005. (In Rus.).
2. Fatyanov A. V., Nikitina L. G., Glotova E. V. Technology of fluorite ore enrichment: monograph. Novosibirsk: Nauka, 2006. (In Rus.).

3. Avdokhin V. M. Fundamentals of mineral enrichment: in 2 vol. Vol. 1: Enrichment processes. Moscow: Mining Book, 2008. (In Rus.).
4. Astakhov R. Ya., Nikiforov K. A., Mokhosoev M. V. Selective flotation of fluorite carbonate ores. Novosibirsk: Nauka, 1983. (In Rus.).
5. Marchenko A. A., Zashikhin A. V., Voskresenskaya E. N., Yuzhannikov A. Yu. Development of technology for the enrichment of fluorite ores of the Nizhne-Berezovsky deposit (Krasnoyarsk Krai). Successes of modern natural science, no. 12, pp. 20–25, 2013. (In Rus.).
6. Gordienko P. S., Yarusova S. B., Krysenko G. F. Processing of fluorite-containing mineral raw materials and waste of the Yaroslavl Mining and Processing Plant: monograph. Yaroslavl: RIOR, 2018. (In Rus.).
7. Kuptsova A. V., Mezentseva O. P., Khramov A. N. Application of mineral-analytical methods for determining the parameters of mineral disclosure. Mining Journal, no. 11, pp. 35–39, 2014. (In Rus.).
8. Smolyakov A. R. Opening of minerals during ore grinding. MIAB Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal), no. 8, pp. 224–234, 2007. (In Rus.).
9. Lysenko A. A., Kutlin B. A., Khramov A. N., Shchekotov N. D. Preliminary enrichment of ores at the enterprises of “Mongolrosvetmet” (Mongolia). Mining Journal, no. 2, pp. 28–30, 2000. (In Rus.).
10. Badamsurzhan X., Kutlin B. A., Boldbaatar M. Improving ore enrichment technology at the Bor-Undur Mining and Processing Plant. Mining Journal, no. 3, pp. 16–19, 2003. (In Rus.).
11. Khramov A. N. Algorithm for investigating the disclosure of valuable components and its technological possibilities of application in ore crushing. Bulletin of the Trans-Baikal State University, vol. 81, no. 2, pp. 36–41, 2012. (In Rus.).
12. Khramov A. N., Kostromina I. V. Method for determining optimal parameters of ore preparation processes. Bulletin of the Trans-Baikal State University, vol. 23, no. 9, pp. 45–52, 2017. (In Rus.).
13. Myazin V. P., Khramov A. N. Increasing efficiency of fluor-spar raw materials processing technology by perfection of preliminary enrichment. Bulletin of Transbaikal State University, vol. 70, no. 3, pp. 40–45, 2011. (In Rus.).
14. Barry A. Wills, James Finch. Technology of mineral processing. 8th ed. 2016. (In Eng.).
15. Wills B. A., Barley R. V. Processing of minerals at the crossroads. Problems and prospects. New York: Springer, 1986. (In Eng.).

Информация об авторах

Лабудин Виталий Сергеевич, соискатель кафедры обогащения полезных ископаемых и вторичного сырья, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; labydinvitallii@mail.ru. Область научных интересов: инновационные процессы рудоподготовки.

Храмов Анатолий Николаевич, канд. техн. наук, доцент кафедры обогащения полезных ископаемых и вторичного сырья, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия; khramov.a53@mail.ru. Область научных интересов: инновационные процессы рудоподготовки и сушки концентратов при переработке минерального сырья.

Information about the authors

Labudin Vitaly S., postgraduate, Processing Minerals and Secondary Raw Materials department, Transbaikal State University, Chita, Russia; labydinvitallii@mail.ru. Research interests: innovative processes of ore preparation.

Khramov Anatoly N., candidate of technical sciences, associate professor, Processing Minerals and Secondary Raw Materials department, Transbaikal State University, Chita, Russia; khramov.a53@mail.ru. Research interests: innovative processes of ore preparation and drying of concentrates while processing of mineral raw materials.

Вклад авторов в статью

В. С. Лабудин – обработка результатов лабораторных исследований, сбор материалов, библиографии, написание текста.

А. Н. Храмов – организация работ при проведении лабораторных исследований, разработка методологии исследования, сбор, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка и редактирование текста.

The authors` contribution to the article

V. S. Labudin – processing of laboratory research results, collection of materials, bibliography, writing the text.

A. N. Khramov – organization of work during laboratory research, development of research methodology, collection, analysis and interpretation of the data obtained, preparation and editing of the text.

Для цитирования

Лабудин В. С., Храмов А. Н. Лабораторные исследования раскрываемости минералов карбонатно-флюоритовой руды месторождения «Эгитинское» // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 4. С. 95–104. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-95-104.

For citation

Labudin V. S., Khramov A. N. Laboratory research of the opening of minerals of carbonate-fluorite ore of the Egitinskoye deposit // Transbaikal State University Journal. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 95–104. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-95-104.

Научная статья

УДК 336.71

DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-105-114

Регулирование валютных рисков российских банков в условиях международных санкций

Анна Геннадьевна Глебова¹, Антон Максимович Березин²

¹Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия,

²Высшая школа экономики, г. Москва, Россия

¹наука_rf@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-9449-601>,

²antonb2001@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7779-656X>

Информация о статье:

Поступила в редакцию
03.08.2023

Одобрена после
рецензирования 01.11.2023

Принята к публикации
16.11.2023

Ключевые слова:

валютный рынок,
банковская деятельность,
рынок банковских услуг,
корпоративный валютный
риск, измерение валютного
риска, управление
рисками, хеджирование
валюты, международные
экономические санкции,
Банк России, регуляторные
концепции

В рамках данной работы рассматриваются проблемы, с которыми столкнулись коммерческие банки в России при управлении валютным риском в условиях санкций, предложены возможные направления их решения. Целью представленного исследования является выявление особенностей регулирования банковских валютных рисков в условиях международных санкций. Объектом исследования являются банковские валютные риски, предметом – регуляторные концепции управления банковскими валютными рисками в условиях международных санкций. По результатам исследования установлено, что события 2022 г. выявили определённые уязвимости банковской системы России. Так, например, большая часть активов и обязательств российских банков были сосредоточены в валютах недружественных стран. В результате этого дисбаланса, будучи в условиях ограниченного доступа к валютному рынку, коммерческие банки оказались в ситуации, когда для соблюдения лимитов открытых валютных позиций приходилось прибегать к балансовому методу, конвертируя требования и обязательства из «токсичных» валют в дружественные. Кроме того, банки активно начали расширять список альтернативных валют, которые должны обладать высокой ликвидностью и низкой волатильностью. Желательным свойством альтернативных валют также является привязка к доллару США как дополнительная защита от волатильности. Оперативность действий регулятора и возможность использовать меры директивного характера помогли банковской системе существенно снизить потери от движения валютных курсов. Вместе с тем, регулятор, понимая уникальность ситуации, пошёл на определённые послабления для коммерческих банков, благодаря чему банки сохранили за собой свободу действий. Всё это в совокупности позволило быстро сориентироваться в условиях жёстких ограничений и минимизировать валютный риск.

Regulation of Currency Risks of Russian Banks in the Context of International Sanctions

Anna G. Glebova¹, Anton M. Berezin²

¹Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia,

²Higher School of Economics, Moscow, Russia

¹nauka_rf@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-9449-601>,

²antonb2001@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7779-656X>

Information about the article:

Received 3 August, 2023

Approved after reviewing
1 November, 2023

Accepted for publication
16 November, 2023

Keywords:

foreign exchange market,
banking, banking services
market, corporate
currency risk, currency
risk measurement, risk
management, currency
hedging, international
economic sanctions, Bank
of Russia, regulatory concept

Within the framework of this work, the problems faced by commercial banks in Russia in managing currency risk under sanctions are considered, and possible solutions are proposed. The purpose of the presented research is to identify the features of bank currency risks regulation in the context of international sanctions. The object of the study is bank currency risks; the subject is regulatory concepts of bank currency risk management in the context of international sanctions. According to the results of the study, it has been found that the events of 2022 revealed certain vulnerabilities of the Russian banking system. For example, most of the assets and liabilities of Russian banks were concentrated in the currencies of unfriendly countries. As a result of this imbalance, being in conditions of limited access to the foreign exchange market, commercial banks found themselves in a situation where, in order to comply with the limits of open foreign exchange positions, they had to resort to the balance method, converting claims and obligations from "toxic" currencies into friendly ones. In addition, banks actively began to expand the list of alternative currencies that were supposed to have high liquidity and low volatility. A desirable property of alternative currencies is also pegging to the US dollar as an additional protection against volatility. The promptness of the regulator's actions and the ability to use directive measures helped the banking system to significantly reduce losses from the movement of exchange rates. At the same time, the regulator, realizing the uniqueness of the situation, made certain concessions for commercial banks, thanks to which banks retained their freedom of action. All this combined made it possible to quickly navigate in conditions of severe restrictions and minimize currency risk.

Введение. С начала февраля 2022 г. США, Великобритания, Евросоюз, Япония, Австралия и некоторые другие страны приняли решение ввести санкции в отношении российской банковской системы. В зависимости от степени жёсткости эти санкции могут иметь различные ограничения. Некоторые из них могут включать запрет на привлечение капитала, а другие – более серьёзные меры, такие как исключение из международной межбанковской системы SWIFT или включение в список SDN, что автоматически запрещает сотрудничать с данными банками. В ответ на возросший валютный риск банковская система России в лице коммерческих банков и Банка России приняла срочные меры. Оперативность принятия решений, грамотные действия регулятора и ответственных за управление риском подразделений коммерческих банков помогли банковской системе снизить чувствительность к воздействию санкций, быстро перестроиться под новые реалии управления валютным риском и снизить потери от кризиса. Кроме того, сложившаяся в России практика управления валютным риском позволила не только создать систему предупреждения о грядущих кризисах, но

и ускорить процесс принятия решений за счёт мер директивного характера.

Однако как коммерческие банки, так и регулятор понимают необходимость дальнейшего развития и переориентации системы управления валютным риском. Частично развитие идёт в направлении сближения регуляторных требований и международных стандартов, что делается с целью снизить нагрузку на банки по составлению отчётности. Регулятор частично предлагает участникам рынка новые инструменты и способы управления валютным риском. Кроме того, и участниками, и регулятором рассматривается международный опыт, как в сфере системы риск-менеджмента, так и в сфере управления риском в условиях санкций. Таким образом, исследование банковских валютных рисков, усилившихся в условиях внешнеэкономических санкций, является своевременным и **актуальным**.

Целью представленного исследования становится выявление особенностей регулирования банковских валютных рисков в условиях международных санкций. **Объект исследования** – банковские валютные риски,

предмет – регуляторные концепции управления банковскими валютными рисками в условиях международных санкций.

Методологической основой исследования стали статистические данные зарубежных и российских агентств и финансовых организаций, а также данные группы «Московская Биржа», которая включает в себя ПАО Московская биржа (далее – Московская биржа, MOEX), центральный депозитарий (НКО АО «Национальный расчетный депозитарий») и клиринговый центр (НКО НКЦ (АО)). При проведении исследования применялись следующие общенаучные **методы**: системный и логический анализ экономических явлений, метод сравнительного анализа, методы комплексного подхода.

Разработанность темы. Теоретический базис исследования составили научные теории, связанные с банковскими валютными рисками, изучающие и объясняющие причины, механизмы и влияние этих рисков на банковскую деятельность и финансовую систему, в целом, а также работы в данной области российских и зарубежных учёных. Регуляторное управление банковскими рисками на национальном уровне зависит от уровня развития национальной экономики [1; 12; 15; 24], от наличия и глубины кризиса в национальной экономике [8; 10; 13; 25], от других факторов [3; 11; 16; 21]. В ряде исследований [6; 9; 18; 27] показано, что методы корпоративного управления банковскими рисками зависят от типа риска, так как разные риски возникают по разным причинам и на них влияют разные факторы.

Кроме того, много научных работ по математическому моделированию рисков и реакций на них [17; 19; 22; 23]. Также в работах российских и зарубежных авторов представлены возможные варианты мероприятий по снижению разных видов банковских рисков [2; 5; 7; 20; 26].

Результаты исследования и обсуждение. В настоящее время на российском банковском рынке сложилась уникальная по своим условиям ситуация. Её уникальность заключается не только в наложенных на российскую финансовую систему ограничениях недружественных стран, но и в решениях, принимавшихся российским регулятором – Банком России.

В связи с этим стоит разделить рассматриваемый аспект на обзор сложившихся проблем в управлении валютным риском, вызванных санкционными ограничениями; обзор регуляторных мер, принятых Банком России в качестве ответных мер на сложившуюся угрозу финансовой устойчивости российской банковской системы; а также на возможные пути решения сложившихся проблем, как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

Главной проблемой, с которой столкнулись российские банки с введением санкционных ограничений, является существенное сокращение объёма иностранной валюты, поступающей на российский валютный рынок (рис. 1). Как правило, в такой ситуации шок спроса на иностранную валюту имеют больший негативный эффект, чем шок предложения [14, с. 166].

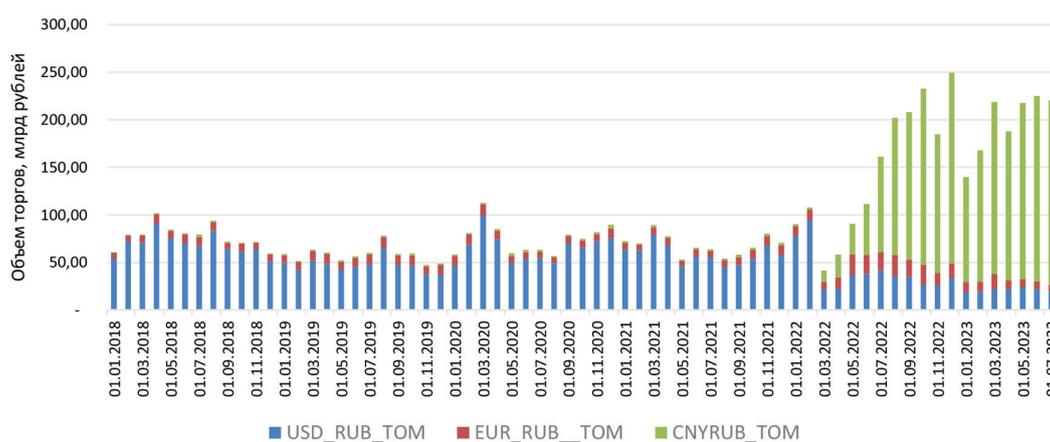


Рис. 1. Объёмы торгов основными валютами на Московской бирже в 2018–2023 гг.¹ / **Fig. 1.** Trading volumes of major currencies on the MOEX in 2018-2023

¹ Источник: составлено авторами по данным торгов иностранной валютой на Московской бирже.

Как видно из графика, с марта 2022 г. произошло значительное сокращение объёмов торгов в евро и долларах США. Это связано с ограничениями на организации, осуществляющие внешнеторговую деятельность. Из-за запрета на торговлю с российскими компаниями значительно сократился внешнеторговый оборот и, в следствие этого сократился объём поступившей в 2022 г. на российский валютный рынок иностранной валюты. Ситуация усугубилась с введением запрета на поставку в Российскую Федерацию наличной иностранной валюты – доллара и евро. В связи с этим российские банки были вынуждены искать альтернативные валюты для совершения операций. Этот тренд также проиллюстрирован на графике.

С начала 2022 г. значительно увеличилась доля торгов юанем на российском валютном рынке. С одной стороны, это привело к тому, что российская банковская система устояла перед лицом беспрецедентного санкционного воздействия и смогла быстро адаптироваться к новым реалиям, но, с другой – российские коммерческие банки и финансовая система, в целом, столкнулись с необходимостью хеджировать валютный риск в валютах, опыта работы с которыми до недавних пор не было. В первую очередь используются валюты дружественных стран, такие как вышеупомянутый юань или индийская рупия. Кроме того, по словам заместителя министра финансов РФ, могут использоваться такие валюты как дирхам ОАЭ и гонконгский доллар. Их ключевое преимущество заключается в том, что они имеют при-

вязку к доллару США. В случае с дирхамом ОАЭ регулятор поддерживает стабильный курс дирхама к доллару США. Однако, наиболее стабильной валютой по отношению к доллару США является гонконгский доллар. Монетарные власти Гонконга официально обязуются поддерживать курс в диапазоне $1 \text{ USD} = 7,75\text{--}7,85 \text{ HKD}$. Кроме того, дирхам и гонконгский доллар являются свободно конвертируемыми валютами. Вместе с тем, оборот данных валют на российском валютном рынке является чрезвычайно низким – с момента запуска торгов на Московской бирже совокупный объём торгов данной валюты составил 2,1 млрд долл. при внешнеторговом обороте с Гонконгом 200 млн долл. в 2022 г. Для справки: внешнеторговый оборот с КНР в 2022 г. составил 38 млрд долл. Индийская рупия является более перспективной валютой с точки зрения потенциала роста объёмов торгов на Московской Бирже. Главной проблемой использования данной валюты для хеджирования валютного риска является её высокая волатильность (рис. 2). Волатильность валюты является основной проблемой при выборе хеджирующей валюты, т. к. из-за высокой переоценки балансовой позиции, разницы курса в данной иностранной валюте коммерческий банк получает отрицательный финансовый результат. Кроме того, высокая волатильность курса означает сложности при построении прогнозных моделей. Такая модель обычно характеризуется высокой (более 100 %) средней ошибкой аппроксимации, что делает невозможным её использование для построения прогноза.

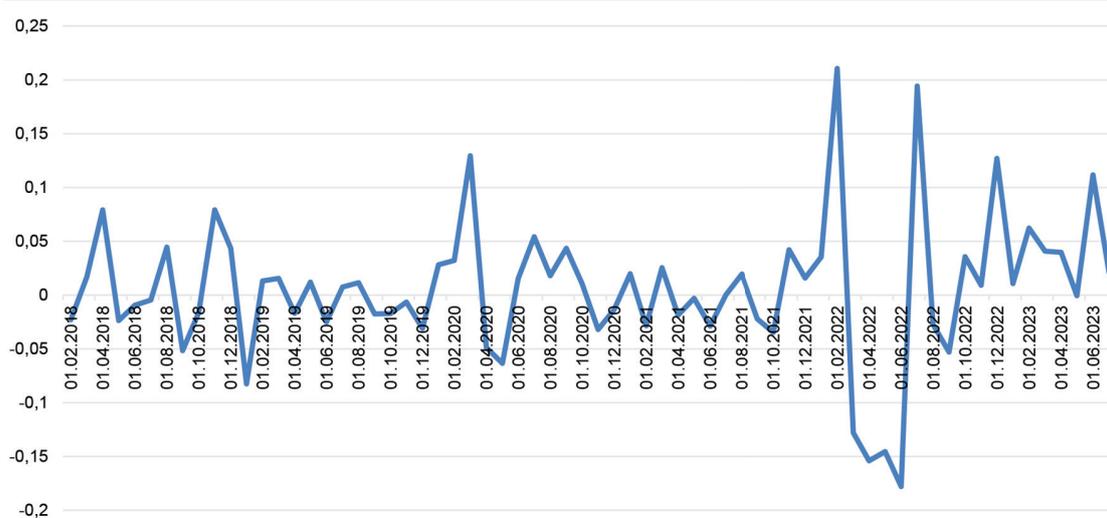


Рис. 2. Динамика доходности курса индийской рупии к российскому рублю в 2018–2023 гг.¹ /
Fig. 2. Dynamics of the yield of the Indian Rupee to the Russian ruble in 2018–2023

¹ Источник: составлено авторами по данным торгов иностранной валютой на Московской бирже.

Проблема нехватки валютной ликвидности на российском валютном рынке усугубилась заморозкой активов российских банков в зарубежных банках. В результате коммерческие банки столкнулись с проблемой соблюдения обязательных регуляторных лимитов открытых валютных позиций.

В связи с этим Банком России было выпущено Информационное письмо от 26 июля 2022 г. о мерах при несоблюдении банками лимитов открытых валютных позиций¹. Согласно данному письму, Банк России считает целесообразным отказаться от применения мер к тем, коммерческим банками, которые оказались не в состоянии соблюсти регуляторный лимит на размер открытых валютных позиций в долларах США и евро при условии, что в отношении кредитной организации введены меры ограничительного характера.

Из-за «замороженной» части активов коммерческие банки, в соответствии с Положением Банка России № 590-П², обязаны существенно понизить кредитное качество таких активов. По этой причине у банков увеличивался размер открытой валютной позиции, что в конечном итоге приводило к нарушению установленных Инструкцией Банка России № 178-И лимитов на размер открытой валютной позиции. Для оперативного решения возникшей проблемы Банк России выпустил 30 декабря 2022 г. Информационное письмо о подходах к формированию резервов на возможные потери по заблокированным активам³. Так, уполномоченный орган кредитных организаций, ответственный за вынесение профессионального суждения о качестве ссуды в соответствии с Положением Банка России № 590-П⁴, имеет право не учитывать

¹ Информационное письмо Банка России от 13.05.2022 № ИН-03-23/65 «О мерах при несоблюдении размеров (лимитов) открытых валютных позиций в долларах США и евро и совокупной открытой валютной позиции». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_416790 (дата обращения: 02.08.2023). – Текст: электронный.

² Положение Банка России от 28 июня 2017 г. № 590-П «О порядке формирования кредитными организациями резервов на возможные потери по ссудам, ссудной и приравненной к ней задолженности» (с изменениями и дополнениями). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_220089 (дата обращения: 02.08.2023). – Текст: электронный.

³ Информационное письмо Банка России от 30.12.2022 № ИН-03-23/160 «О подходах к формированию резервов на возможные потери по заблокированным активам». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_436505/ (дата обращения: 02.08.2023). – Текст: электронный.

⁴ Положение Банка России от 28 июня 2017 г. № 590-П «О порядке формирования кредитными орга-

до 31 декабря 2023 г. фактор блокирования в отношении следующих активов:

- по средствам, размещённым на корреспондентских счетах НОСТРО, требованиям по предоставленным межбанковским кредитам и иным требованиям к кредитным организациям в иностранной валюте недружественных государств;
- по требованиям к заёмщикам-резидентам недружественных государств, определенных Правительством России⁵, в соответствии с Указом Президента России⁶;
- по вложениям в дочерние организации, расположенные на территории недружественных государств;
- по незавершенным платежам по еврооблигациям, которые заблокированы сервисами «Евроклир» (*Euroclear*) и «Клирстрим» (*Clearstream*)⁷.

В соответствии с Положением Банка России № 590-П, заблокированные активы – прежде всего, требования к заёмщикам из недружественных стран – должны относиться к низким IV и V категориям качества. По требованиям, отнесённым к данным категориям кредитного качества, формируются резервы в размере 20–50 и 50–100 % суммы требования, соответственно. Таким образом, у коммерческих банков мог бы резко увеличиться размер резерва в составе пассивов, что приводит к формированию открытой валютной

низациями резервов на возможные потери по ссудам, ссудной и приравненной к ней задолженности» (с изменениями и дополнениями). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_220089 (дата обращения: 02.08.2023). – Текст: электронный.

⁵ Распоряжение Правительства РФ от 05.03.2022 № 430-р (ред. от 29.10.2022) «Об утверждении перечня иностранных государств и территорий, совершающих недружественные действия в отношении Российской Федерации, российских юридических и физических лиц». – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=428385> (дата обращения: 02.08.2023). Текст электронный; Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2022 № 3216-р «О внесении изменений в распоряжение Правительства РФ от 05.03.2022 № 430-р». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_430187/ (дата обращения: 02.08.2023). – Текст: электронный.

⁶ Указ Президента Российской Федерации от 23.04.2021 № 243 «О применении мер воздействия (противодействия) на недружественные действия иностранных государств». – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202104230015> (дата обращения: 02.08.2023). – Текст: электронный.

⁷ Информационное письмо Банка России от 30.12.2022 № ИН-03-23/160 «О подходах к формированию резервов на возможные потери по заблокированным активам». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_436505/ (дата обращения: 02.08.2023). – Текст: электронный

позиции и, следовательно, валютного риска. В информационном письме Банк России фактически разрешает коммерческим банкам формировать резерв, исходя из предположения, что требования к иностранным заёмщикам из недружественных стран не потеряли в кредитном качестве. С одной стороны, такая мера способствует снижению регуляторной нагрузки на коммерческий банк, но с другой – создает риски ликвидности и достаточности капитала. Поэтому, такая мера не может носить долгосрочный характер и необходимо продумывать дальнейшие шаги по управлению валютным риском в отношении заблокированных активов и создаваемых по ним резервов.

В связи с этим Центральным Банком было принято решение об изменении Инструкции № 178-И «Об установлении размеров (лимитов) открытых валютных позиций, методике их расчета и особенностях осуществления надзора за их соблюдением кредитными организациями». На сайте Центрального Банка размещён проект обновленной инструкции № 178-И¹. Среди прочих важных изменений Банк России существенно увеличил лимиты открытых валютных позиций по сравнению с предыдущей редакцией. Так, в действующей редакции любая длинная или короткая открытая валютная позиция в любой отдельной валюте или драгоценном металле не должна превышать 10 % от собственного капитала кредитной организации². В опубликованном проекте Инструкции планируется поэтапное снижение лимита на длинную или короткую открытую валютную позицию с 40 до 20 % к 1 октября 2024 г. Это косвенно может свидетельствовать о том, что Банк России понимает наличие трудностей с ликвидностью на валютном рынке и, следовательно, даёт определённые послабления коммерческим банкам в части валютного риска.

¹ Изменения в новую редакцию Инструкции Банка России от 28.12.2016 № 178-И (ред. от 27.02.2020) «Об установлении размеров (лимитов) открытых валютных позиций, методике их расчета и особенностях осуществления надзора за их соблюдением кредитными организациями» (Зарегистрировано в Минюсте России 17.03.2017 № 46007). – URL: <https://www.cbr.ru/statichitml/file/41186/221230-23-2.pdf> (дата обращения: 02.08.2023). – Текст: электронный.

² Инструкция Банка России от 28.12.2016 № 178-И (ред. от 27.02.2020) «Об установлении размеров (лимитов) открытых валютных позиций, методике их расчета и особенностях осуществления надзора за их соблюдением кредитными организациями» (Зарегистрировано в Минюсте России 17.03.2017 № 46007). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_214254 (дата обращения: 02.08.2023). – Текст: электронный.

Однако вместе с тем в новой Инструкции планируется снизить значение лимита на совокупную открытую валютную позицию по всем иностранным валютам и драгоценным металлам до 10, вместо 20 %.

Кроме того, стоит отметить тот факт, что в целях расчёта лимитов открытых валютных позиций подготовленный проект инструкции содержит два новых понятия – чистая агрегированная открытая валютная позиция и валовая агрегированная открытая валютная позиция, вместо понятия «сумма всех длинных (коротких) открытых валютных позиций».

Чистая агрегированная валютная позиция по всем иностранным валютам и драгоценным металлам находится как сумма всех открытых совокупных валютных позиций в отдельных иностранных валютах и драгоценных металлах с учётом знака позиций, выраженная в рублевом эквиваленте. Валовая агрегированная открытая валютная позиция по всем иностранным валютам и драгоценным металлам рассчитывается как наибольшее из суммы всех длинных или коротких открытых совокупных валютных позиций в отдельных иностранных валютах и драгоценных металлах, выраженных в рублевом эквиваленте.

Такая мера направлена на то, чтобы коммерческие банки активнее использовали дружественные валюты для, так называемого, «балансирования» открытых валютных позиций в недружественных валютах. Таким образом, коммерческие банки, при условии проблем с ликвидностью в недружественных валютах – прежде всего, доллара США и евро – на российском валютном рынке смогут сокращать чистую агрегированную позицию (в текущей редакции Инструкции № 178-И – сумму всех длинных (коротких) открытых валютных позиций), в целом, по банку или банковской группе в таких валютах путём увеличения позиции с обратным знаком в дружественных валютах.

В целом, российская финансовая и банковская система не потеряли своей устойчивости, не смотря на введенные ограничения. Тем не менее, для успешного функционирования российского финансового рынка в новых условиях необходимо не только оперативно реагировать на возникающие угрозы и вызовы, но и проводить дальнейшее усовершенствование сложившейся практики управления валютным риском и разрабатывать долгосрочные стратегии реализации управления валютным риском. Необходимо отметить, что предпринимаемые регуляторные

воздействия должны соответствовать международному праву, в частности, условиям Базельского соглашения. Базельские стандарты применяют не только страны, которые ввели санкции против России, поэтому их соблюдение остаётся важным для банков, в частности для развития бизнеса на азиатских рынках. В настоящее время Центральный Банк РФ не планирует отказываться от выполнения условий Базельского соглашения. Так как Россия активно развивает сферу расчётов в национальных валютах, то для того, чтобы оценить российского партнера, иностранный финансовый институт должен понимать, насколько в стране соблюдаются Базельские принципы, гарантирующие, что участники мирового банковского сообщества работают в единой или хотя бы близкой системе координат [4].

Выводы. Среди возможных путей совершенствования управления валютным риском следует выделить следующие основные направления.

Во-первых, корректировка и развитие законодательной базы. В настоящее время Банк России представил «Концепцию изменений в регулировании валютного риска»¹.

Во-вторых, разработка и внедрение новых финтех-продуктов, которые позволили бы банкам управлять валютным риском в сложившихся экономических условиях. Некоторые решения предложены в «Проект основных направлений цифровизации финан-

сового рынка на период 2022–2024 годов»². Однако Проект не учитывает ограничения, накладываемые на российскую экономику и российский финансовый рынок международными санкциями, что оставляет вопрос по актуальным финтех-решениям открытым.

В-третьих, сокращение кредитными организациями балансовых позиций в недружественных валютах. Это направление требует определённых усилий по пересмотру долей токсичных валют в структуре баланса коммерческого банка и внесению соответствующих изменений в систему управления балансовой позицией в данной иностранной валюте, своей открытой валютной позицией, и, таким образом, валютным риском.

Логичным решением в текущей обстановке является привлечение на российский рынок валют дружественных стран и использование их для хеджирования валютных рисков путём снижения размера чистой агрегированной открытой валютной позицией с целью соответствия регуляторным лимитам.

В целом, российской финансовой системе и банковской системе, в частности, предстоит пройти процесс переориентации не только бизнес-моделей, но и регулирования. Это важно не только для того, чтобы адаптироваться для успешного ведения банковского бизнеса, но и для поддержания системы риск-менеджмента на том высоком уровне качества, который помог ей выстоять против беспрецедентного санкционного воздействия.

Список источников

1. Балюк И. А., Балюк М. А. Проблема асимметричности развития мирового финансового рынка // *Финансы: теория и практика*. 2022. Т. 26, № 6. С. 72–87. DOI: 10.26794/2587-5671-2022-26-6-72-87.
2. Божечкова А. В., Синельников-Мурылев С. Г., Трунин П. В. Факторы динамики обменного курса рубля в 2000-е и 2010-е годы // *Вопросы экономики*. 2020. № 8. С. 5–22. DOI: 10.32609/0042-8736-2020-8-5-22.
3. Глазьев С. Ю. Проблемы и перспективы российского финансового рынка в условиях структурных изменений мировой экономики // *Финансы: теория и практика*. 2020. Т. 24, № 3. С. 6–29. DOI: 10.26794/2587-5671-2020-24-3-6-29.
4. Глебова А. Г. Перспективы сотрудничества России с Базельским комитетом по банковскому надзору // *Вестник Забайкальского государственного университета*. 2022. Т. 28, № 8. С. 105–113. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-8-105-113.
5. Глебова А. Г., Березин А. М. Оценка привлекательности российских и западноевропейских зеленых облигаций // *Вектор науки Тольяттинского государственного университета*. 2022. № 3. С. 25–33. DOI: 10.18323/2221-5689-2022-3-25-33.
6. Гумеров М. Ф., Ризванова И. А. Кредитные риски российских коммерческих банков: новые подходы к управлению // *Финансы: теория и практика*. 2023. Т. 27, № 2. С. 64–75. DOI: 10.26794/2587-5671-2023-27-2-64-75.

¹ Концепция изменений в регулирование валютного риска. – Текст электронный // Центральный банк Российской Федерации, декабрь 2022. – URL: https://www.cbr.ru/StaticHtml/File/41186/concept_2.pdf (дата обращения: 02.08.2023).

² Проект основных направлений цифровизации финансового рынка на период 2022–2024 годов. – Текст электронный // Центральный банк Российской Федерации, 2021. – URL: https://www.cbr.ru/Content/Document/File/131360/opcfr_2022-2024.pdf (дата обращения: 02.08.2023).

7. Донецкова О. Ю. Состояние межбанковской конкуренции на российском банковском рынке // *Финансы: теория и практика*. 2021. Т. 25, № 1. С. 143–156. DOI: 10.26794/2587-5671-2021-25-1-143-156.
8. Ершов М. В. Российская экономика в условиях новых санкционных вызовов // *Вопросы экономики*. 2022. № 12. С. 5–23. DOI: 10.32609/0042-8736-2022-12-5-23.
9. Камараева Е. Структура банковской группы и риски // *Деньги и кредит*. 2020. № 3. С. 75–104. DOI: 10.31477/rjmf.202003.75.
10. Кудинова М. М. Трансформация монетарной политики государств в период глобальной пандемии // *Финансы: теория и практика*. 2022. Т. 26, № 1. С. 41–54. DOI: 10.26794/2587-5671-2022-26-1-41-54.
11. Кузнецов А. В. Императивы трансформации мировой валютно-финансовой системы в условиях многополярности // *Финансы: теория и практика*. 2022. Т. 26, № 2. С. 190–203. DOI: 10.26794/2587-5671-2022-26-2-190-203.
12. Кузнецова В. В., Ларина О. И. Эволюция роли национальных центральных банков // *Финансы: теория и практика*. 2022. Т. 26, № 2. С. 62–73. DOI: 10.26794/2587-5671-2022-26-2-62-73.
13. Малкина М. Ю., Моисеев И. А. Взаимосвязь промышленного и финансового стресса в российской экономике в условиях смены монетарного режима // *Финансы: теория и практика*. 2023. Т. 27, № 2. С. 140–151. DOI: 10.26794/2587-5671-2023-27-2-140-151.
14. *Мировой финансовый рынок и Россия* / отв. ред. Е. А. Звонова, А. Г. Глебова. Т. 2. М.: КноРус, 2021. 340 с.
15. Мишина В. Ю., Хомякова Л. И. Дедолларизация и расчеты в национальных валютах: евразийский и латиноамериканский опыт // *Вопросы экономики*. 2020. № 9. С. 61–79. DOI: 10.32609/0042-8736-2020-9-61-79.
16. Прилепский И. В. Влияние внешней валютной позиции на макроэкономическую политику // *Вопросы экономики*. 2020. № 8. С. 23–40. DOI: 10.32609/0042-8736-2020-8-23-40.
17. Семина И. Моделирование канала принятия риска денежно-кредитной политики в экономике России // *Деньги и кредит*. 2020. № 3. С. 30–57. DOI: 10.31477/rjmf.202003.30.
18. Симановский А. Ю. Риски. Чувства. Капитал. О концепции чувствительности регулятивного банковского капитала к рискам // *Вопросы экономики*. 2022. № 6. С. 26–41. DOI: 10.32609/0042-8736-2022-6-26-41.
19. Akram Q. F. Oil price drivers, geopolitical uncertainty and oil exporters' currencies // *Energy Economics*. 2020. Vol. 89. P. 104801.
20. Alfaro L., Calani M., Varela L. Currency Hedging: Managing Cash Flow Exposure. Текст: электронный // *SSRN Electronic Journal*. 2021. URL: <https://ssrn.com/abstract=3886674> (дата обращения: 27.08.2023).
21. Chen L. External Debt and Currency Crisis: A Global Perspective. Washington, DC: Georgetown University, 2019. 26 p. URL: <http://hdl.handle.net/10822/1055081> (дата обращения: 27.08.2023). Текст: электронный.
22. Della Corte P., Jeanneret A., Patelli E. D. S. A credit-based theory of the currency risk premium // *Journal of Financial Economics*. 2023. Vol. 149, no. 3. P. 473–496.
23. Eren E., Malamud S. Dominant currency debt // *Journal of Financial Economics*. 2022. Vol. 144, no. 2. С. 571–589.
24. Griffiths J., Panizza U., Taddei F. Reducing low-income country debt risks: The role of local currency-denominated loans from international institutions. Текст: электронный // *ODI Briefing Note*. 2020. P. 1–9. URL: https://cdn.odi.org/media/documents/reducing_low-income_country_debt_risks_v4.pdf (дата обращения: 27.08.2023).
25. Hofmann B., Shim I., Shin H. S. Emerging market economy exchange rates and local currency bond markets amid the Covid-19 pandemic // *BIS Bulletin*. 2020. No. 5. P. 1–9. DOI: 10.2139/ssrn.3761875.
26. McLoughlin N. Yet Another Currency Hedging Paper. Текст: электронный // *SSRN Electronic Journal*, 2023. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4426160 (дата обращения: 27.08.2023). DOI: 10.2139/ssrn.4426160.
27. Roncalli T. *Handbook of financial risk management*. Cambridge: Chapman & Hall/CRC Financial Mathematics Series, 2020. 1142 p.

References

1. Balyuk I. A., Balyuk M. A. The problem of asymmetry in the development of the global financial market. *Finance: theory and practice*, vol. 26, no. 6, pp. 72–87, 2022. (In Rus.).
2. Bozhechkova A. V., Sinelnikov-Murylev S. G., Trunin P. V. Factors of the dynamics of the ruble exchange rate in the 2000s and 2010s. *Questions of Economics*, no. 8, pp. 5–22, 2020. (In Rus.).
3. Glazhev S.Yu. Problems and prospects of the Russian financial market in the context of structural changes in the world economy. *Finance: theory and practice*, vol. 24, no. 3, pp. 6–29, 2020. (In Rus.).
4. Glebova A. G. Prospects of cooperation between Russia and the Basel Committee on Banking Supervision. *Bulletin of the Transbaikalian State University*, vol. 28, no. 8, pp. 105–113, 2022. (In Rus.).

5. Glebova A. G., Berezin A. M. Evaluation of the attractiveness of Russian and Western European green bonds. *Vector of Science of Togliatti State University*, no. 3, pp. 25–33, 2022. (In Rus.).
6. Gumerov M. F., Rizvanova I. A. Credit risks of Russian commercial banks: new approaches to management. *Finance: theory and practice*, vol. 27, no. 2, pp. 64–75, 2023. (In Rus.).
7. Donetskova O. Yu. The state of interbank competition in the Russian banking market. *Finance: theory and practice*, vol. 25, no. 1, pp. 143–156, 2021. (In Rus.).
8. Ershov M. V. The Russian economy in the conditions of new sanctions challenges. *Questions of Economics*, no. 12, pp. 5–23, 2022. (In Rus.).
9. Kamaraeva E. Structure of the banking group and risks. *Money and Credit*, no. 3, pp. 75–104, 2020. (In Rus.).
10. Kudinova M. M. Transformation of the monetary policy of states during the global pandemic. *Finance: theory and practice*, vol. 26, no. 1, pp. 41–54, 2022. (In Rus.).
11. Kuznetsov A. V. Imperatives of transformation of the world monetary and financial system in conditions of multipolarity. *Finance: theory and practice*, vol. 26, no. 2, pp. 190–203, 2022. (In Rus.).
12. Kuznetsova V. V., Larina O. I. Evolution of the role of national central banks. *Finance: theory and practice*, vol. 26, no. 2, pp. 62–73, 2022. (In Rus.).
13. Malkina M. Yu., Moiseev I. A. Interrelation of industrial and financial stress in the Russian economy in the conditions of changing monetary regime. *Finance: theory and practice*, vol. 27, no. 2, pp. 140–151, 2023. (In Rus.).
14. The World financial market and Russia. Eds by E. A. Zvonova, A. G. Glebova. Vol. 2. Moscow: KnoRus, 2021. (In Rus.).
15. Mishina V. Yu., Khomyakova L. I. Dedollarization and settlements in national currencies: Eurasian and Latin American experience. *Economic issues*, no. 9, pp. 61–79, 2020. (In Rus.).
16. Prilepskiy I. V. Influence of foreign currency position on macroeconomic policy. *Economic issues*, no. 8, pp. 23–40, 2020. (In Rus.).
17. Semina I. Modeling of the risk-taking channel of monetary policy in the Russian economy. *Money and credit*, no. 3, pp. 30–57, 2020. (In Rus.).
18. Simanovsky A. Yu. Risks. Feelings. Capital. On the concept of sensitivity of regulatory bank capital to risks. *Economic issues*, no. 6, pp. 26–41, 2022. (In Rus.).
19. Akram Q. F. Oil price drivers, geopolitical uncertainty and oil exporters' currencies. *Energy Economics*, vol. 89, p. 104801, 2020. (In Eng.).
20. Alfaro L., Calani M., Varela L. Currency Hedging: Managing Cash Flow Exposure. SSRN Electronic Journal. 2021. Web. 27.08.2023. <https://ssrn.com/abstract=3886674>. (In Eng.).
21. Chen L. External Debt and Currency Crisis: A Global Perspective. Washington, DC: Georgetown University, 2019. Web. 27.08.2023. <http://hdl.handle.net/10822/1055081>. (In Eng.).
22. Della Corte P., Jeanneret A., Patelli E. D. S. A credit-based theory of the currency risk premium. *Journal of Financial Economics*, vol. 149, no. 3, pp. 473–496, 2023. (In Eng.).
23. Eren E., Malamud S. Dominant currency debt. *Journal of Financial Economics*, vol. 144, no. 2, pp. 571–589, 2022. (In Eng.).
24. Griffiths J., Panizza U., Taddei F. Reducing low-income country debt risks: The role of local currency-denominated loans from international institutions. ODI Briefing Note, pp. 1–9, 2020. Web. 27.08.2023. https://cdn.odi.org/media/documents/reducing_low-income_country_debt_risks_v4.pdf. (In Eng.).
25. Hofmann B., Shim I., Shin H. S. Emerging market economy exchange rates and local currency bond markets amid the Covid-19 pandemic. *BIS Bulletin*, no. 5, pp. 1–9, 2020. (In Eng.).
26. McLoughlin N. Yet Another Currency Hedging Paper. SSRN Electronic Journal, 2023. Web. 27.08.2023. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4426160. (In Eng.).
27. Roncalli T. Handbook of financial risk management. Cambridge: Chapman & Hall/CRC Financial Mathematics Series, 2020. (In Eng.).

Информация об авторах

Глебова Анна Геннадьевна, д-р экон. наук, доцент, профессор Департамента мировых финансов Факультета международных экономических отношений, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия; наука_rf@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-9449-601>. Область научных интересов: мировая экономика, мировые финансы, финансовые технологии (финтех), национальная и международная экономическая безопасность.

Березин Антон Максимович, магистрант, Высшая школа экономики, г. Москва, Россия; antonb2001@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7779-656X>. Область научных интересов: мировая экономика, мировые финансы, финансовые технологии (финтех).

Information about the authors

Glebova Anna G., doctor of economic sciences, professor, World Finance, Faculty of International Economic Relations department, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow,

Russia; nauka_rf@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-9449-601>. Research interests: world economy, world finance, financial technologies (fintech), national and international economic security.

Berezin Anton M., student of the master's degree program, Higher School of Economics, Moscow, Russia; antonb2001@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7779-656X>. Research interests: world economy, world finance, financial technologies (fintech).

Вклад авторов в статью

А. Г. Глебова – постановка цели и задач, разработка методологии исследования, формирование библиографии, написание введения и выводов, общая координация написания текста, корректура и контрольная редакция текста.

А. М. Березин – сбор и научный анализ материалов, написание текста.

The authors' contribution to the article

A. G. Glebova – setting goals and objectives, development of research methodology, compilation of bibliography, writing introduction and conclusions, comprehensive coordination of writing, proofreading and control revision of the text.

A. M. Berezin – collection and scientific analysis of materials, writing the text.

Для цитирования

Глебова А. Г., Березин А. М. Регулирование валютных рисков российских банков в условиях международных санкций // Вестник Забайкальского государственного университета. 2024. Т. 29, № 4. С. 105–114. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-105-114.

For citation

Glebova A. G., Berezin A. M. Regulation of Currency Risks of Russian Banks in the Context of International Sanctions // Transbaikal State University Journal. 2024. Vol. 29, no. 4. P. 105–114. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-105-114.

Научная статья
УДК 338.43.02
DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-115-122

Проектное инвестирование в развитие туризма

**Андрей Владимирович Глотко¹, Инна Геннадьевна Кузнецова²,
Сергей Александрович Шелковников³**

^{1, 2}Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Россия,

³Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Россия

¹ganiish_76@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-0160-6392>,

²finka31081988@list.ru; <http://orcid.org/0000-0001-9077-1578>,

³shelkovnikov1@rambler.ru; <http://orcid.org/0000-0003-1586-5025>

Информация о статье:

Поступила в редакцию
17.10.2023

Одобрена после
рецензирования 23.11.2023

Принята к публикации
27.11.2023

Ключевые слова:

государственная
поддержка, туризм,
методика расчёта,
инвестиционный
проект, инвестиционная
привлекательность,
инвестиционный климат,
инвестиционный
анализ, национальная
безопасность, туристская
отрасль, агротуризм

Развитие туризма на региональном уровне является одним из приоритетных направлений развития экономики государства. В данной статье рассматриваются научно-методические положения, которые помогут определить направления развития туризма на региональном уровне. Государство играет важную роль в создании благоприятных условий для развития туризма, таких как инфраструктура, законодательство и т. д. Также важно определить цели и задачи государственной поддержки туристской отрасли на региональном уровне. Одной из таких целей может быть привлечение туристов в регион для увеличения его экономического потенциала. Разработка и внедрение соответствующих нормативных актов является ключевым аспектом формирования государственной поддержки. Цель данного исследования – разработать практические рекомендации по экономической целесообразности строительства нового автовокзала в г. Горно-Алтайске. Используются следующие методы исследования: монографический, абстрактно-логический, социологический, расчётно-конструктивный. Изучена нормативно-правовая база государственной поддержки туризма на региональном уровне с акцентом на примере Республики Алтай. В регионе приняты ряд законов и постановлений, которые регулируют развитие туризма. С одной стороны, государственная поддержка туризма в Республике Алтай включает в себя разработку туристической инфраструктуры, финансирование туристических проектов и проведение рекламных кампаний. Это способствует увеличению числа туристов и привлекает дополнительное внимание к региону. Таким образом, государственная поддержка туризма является неотъемлемой частью этого процесса и требует нормативно-правовой базы. Анализ поддержки туризма на примере Республики Алтай позволяет выявить проблемы и перспективы развития туризма в регионе.

Original article

Project Investment in Tourism Development

Andrey V. Glotko¹, Inna G. Kuznetsova², Sergey A. Shelkovnikov³

^{1, 2}Novosibirsk State University of Railways, Novosibirsk, Russia

³Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

¹ganiish_76@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-0160-6392>,

²finka31081988@list.ru; <http://orcid.org/0000-0001-9077-1578>,

³shelkovnikov1@rambler.ru; <http://orcid.org/0000-0003-1586-5025>

Information about the article:

Received 17 October, 2023

Approved after reviewing
23 November, 2023

Accepted for publication
27 November, 2023

The development of tourism at the regional level is one of the priorities for the development of the state's economy. This article discusses scientific and methodological provisions that will help determine the directions of tourism development at the regional level. The state plays an important role in creating favorable conditions for the development of tourism, such as infrastructure, legislation, etc. It is also important to define the goals and objectives of state support for the tourism industry at the regional level. One of these goals may be to attract tourists to the region to increase its economic potential. The development and implementation of relevant regulations is a key aspect of the formation of state support. The purpose of this study is to develop practical recommendations on the economic feasibility of building a new bus station in Gorno-Altaysk. The following research methods have been used: monographic,

Keywords:

state support, tourism, calculation methodology, investment project, investment attractiveness, investment climate, investment analysis, national security, tourism industry, agrotourism

abstract-logical, sociological, computational-constructive. The regulatory framework of state support of tourism at the regional level has been studied with an emphasis on the example of the Altai Republic. A number of laws and regulations have been adopted in the region which regulates the development of tourism. On the one hand, state support for tourism in the Altai Republic includes the development of tourism infrastructure, financing of tourism projects and advertising campaigns. This contributes to an increase in the number of tourists and attracts additional attention to the region. Thus, state support for tourism is an integral part of this process and requires a regulatory framework. The analysis of tourism support on the example of the Altai Republic makes it possible to identify problems and prospects for the development of tourism in the region.

Введение. Республика Алтай, расположенная в южной части России, является уникальным регионом с богатым туристско-рекреационным потенциалом. Прекрасные природные ландшафты, богатое культурно-историческое наследие и широкий спектр активного отдыха делают этот регион привлекательным для туристов со всего мира [1–4]. За счёт такого разнообразия туристы могут заниматься горным туризмом, альпинизмом, пешими, велосипедными и конными прогулками и другими видами активного отдыха [5–7]. Республика Алтай также очень богата культурно-историческим наследием¹ [9; 10]. Местные жители испокон веков живут в гармонии с природой и сохраняют уникальные национальные культурные традиции² [11–15].

Цель данного исследования – разработать практические рекомендации по экономической целесообразности строительства нового автовокзала в г. Горно-Алтайске.

Объект исследований – меры государственной поддержки туристской сферы в Республике Алтай, осуществляемые с 2019 г. и по сегодняшний день.

Предметом исследования является изучение экономической целесообразности строительства нового автовокзала в г. Горно-Алтайске.

Материалы и методы. Используются следующие методы исследования: монографический, абстрактно-логический, социологический, расчётно-конструктивный. Эмпирической базой исследования стали инструменты и результаты государственной поддержки

¹ Об основах туристской деятельности в Российской Федерации: Федеральный закон: [от 24 ноября 1996 г. № 132-ФЗ (в ред. от 28.05.2022 г. № 148-ФЗ)]. – URL: <https://base.garant.ru/136248> (дата обращения: 24.02.2023). – Текст: электронный.

² Официальный сайт Правительства Республики Алтай. – URL: <https://altai-republic.ru> (дата обращения: 21.09.2023). – Текст: электронный; Стратегия развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года: утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации: [от 20 сентября 2019 г. №2129-р]. – URL: <http://static.government.ru/media/files> (дата обращения: 24.02.2023). – Текст: электронный.

субъектов бизнеса в сфере туризма в Республике Алтай за 2019–2022 гг., представленные Министерством природных ресурсов, экологии и туризма Республики Алтай, Министерством экономического развития Республики Алтай, Ассоциацией туроператоров Республики Алтай и др.

Результаты исследования. Правительство Республики Алтай активно поддерживает развитие туристической индустрии и информирование о турпродуктах Алтая. В рамках этой поддержки проводятся различные мероприятия, такие как участие в международных туристических выставках, организация выездных пресс- и блог-туров, открытие туристско-информационного центра.

Все эти меры направлены на повышение информированности и привлечение большего числа туристов в регион. Республика Алтай предлагает разнообразные туристические возможности, включая горнолыжные курорты, природные парки, культурные достопримечательности и возможности для активного отдыха на природе.

В рамках капитальных вложений в объекты государственной собственности в части развития инфраструктуры туристско-рекреационных кластеров авторами предлагается строительство нового автовокзала в г. Горно-Алтайске.

Проект представляет собой часть программы развития транспортной инфраструктуры Республики Алтай. Он включает строительство комплекса, состоящего из автовокзала, мультибрендового автосалона со станцией обслуживания автомобилей и каршеринговой фирмой, автомобильных стоянок и элементами благоустройства.

Местоположение будущего автовокзального комплекса – с. Карлушка Майминского района, рядом с аэропортом г. Горно-Алтайска.

Актуальность проекта заключается в необходимости:

– модернизации автовокзала г. Горно-Алтайска, построенного в 70-е гг., который с момента ввода в эксплуатацию не ремонтировался;

— переноса автовокзала ближе к транспортной развязке вблизи аэропорта;

— создания современного комплекса, оказывающего разнообразные услуги, удовлетворяющие потребности в передвижении населения по территории Республики Алтай.

В результате реализации проекта будет построен автовокзал с привокзальной площадью. Здание автовокзала с надземным переходом с устройством траволатора, включающее пассажирские, служебные и технические помещения. Площадь здания автовокзала составляет – 1961,9 м², объём здания – 7800 м³, этажность здания – 3 этажа, в т. ч. подвал. Количество постов на перроне составит 8 ед. Автовокзал будет отвечать требованиям к малым автовокзалам первой категории. Ежедневный пассажиропоток 1200 чел., одновременное пребывание в здании автовокзала 150 чел.

Автовокзальный комплекс включит транспортную территорию с площадкой межрейсового отстоя, проездами для движения автобусов и постами технического осмотра; стоянку для служебных автомобилей – на 10 машинно-мест; стоянку для пассажиров аэровокзального и автовокзального комплексов, в т. ч. стоянка для такси – на 94 машинно-места. Размер инвестиционных вложений в строительство автовокзала по годам представлен на рисунке.

Ключевой рынок проекта относится к динамично развивающимся в связи с ростом числа пассажироперевозок за счёт увеличения туристского потока. Проект имеет не только коммерческую, но и социальную эффективность. Он вносит значительный вклад в формирование положительного имиджа региона и улучшения инвестиционного климата.

Проектируемый автовокзал будет относиться к автовокзалам первой категории, к числу которых относятся автовокзалы и автостанции с объёмом пассажиропотока более 1000 чел. в сутки, а максимальный интервал отправления транспортных средств превышает 2 ч. По вместимости пассажиров и обслуживанию пассажиропотока автовокзал будет относиться к малым. Одновременная вместимость пассажиров – 150 чел.

Базовые количественные нормы в соответствии с требованиями, исходя из планируемого пассажиропотока:

- количество билетных касс – 4 ед.;
- комната матери и ребёнка, площадью не менее 1,5 м² на 1 спальное место ребёнка;

— места для сидения в зале ожидания 25 ед.;

— места хранения вещей, в том числе в камере хранения 60 ед.; индивидуальные детские спальные места в комнате матери и ребёнка – 2 ед.;

— отдельные туалетные кабины с санитарными приборами 6 ед.; места для приёма пищи в пункте общественного питания – 12 ед.; места для сидения в комнате отдыха водителей 10 ед. Текущие расходы представлены в табл. 1.

Инвестиционные ресурсы проекта составят 866 997 тыс. р. и по объектам распределены следующим образом (табл. 2).

Для реализации инвестиционного проекта необходимо осуществить найм сотрудников в количестве 82 штатные ед., при этом средняя оплата труда по организации составит 41341,6 р.

Финансовые результаты реализации данного инвестиционного проекта представлены в табл. 3.

Итак, проект рассчитан на период 2024–2036 гг., принятая норма дисконтирования 5 % учитывает риски проекта.

Представим показатели коммерческой эффективности проекта:

— простой срок окупаемости (PB) – 146 мес.;

— дисконтированный срок окупаемости проекта (DPB) – 161 мес.;

— чистый дисконтированный доход (NPV) – 104 646 тыс. р.;

— внутренняя норма доходности (IRR) – 7,1 %.

Показатели социальной эффективности проекта:

— количество созданных рабочих мест – 82;

— среднемесячная заработная плата – 41340 р.

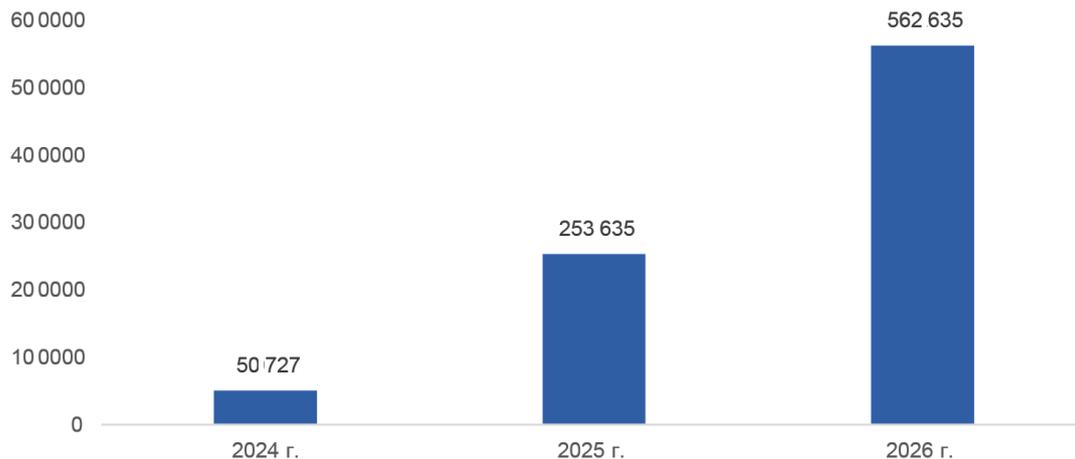
Показатели бюджетной эффективности проекта:

— годовые поступления в консолидированный бюджет РФ в год выхода на проектную мощность – 66,955 млн р.;

— годовые поступления в федеральный бюджет РФ в год выхода на проектную мощность – 37,17 млн р.;

— годовые поступления в консолидированный бюджет Республики Алтай в год выхода на проектную мощность – 17,89 млн р.;

— годовые поступления во внебюджетные социальные фонды в год выхода на проектную мощность – 12,29 млн р.



Размер инвестиционных вложений в строительство автовокзала по годам / The amount of investment in the construction of the bus station by year

Таблица 1 / Table 1

Текущие расходы на оказание услуг и продажу товаров, тыс. р. / Current expenses for the provision of services/sale of goods, thousand rubles

Показатели / Indicators	Годы / Years			
	2025	2030	2035	2036
Прямые расходы / Direct costs	290 204	475 984	475 984	475 984
Административные расходы / Administrative expenses	3 711	5 098	5 098	5 098
Расходы на сбыт / Sales expenses	3 240	3 240	3 240	3 240
Общие затраты на производство и сбыт продукции (услуг) / Total costs of production and sale of products (services) VAT	360 951	548 210	548 118	548 118
НДС, акцизы, уплаченные на материалы, топливо, энергию и др. / Excise taxes paid on materials, fuel, energy, etc.	61 597	99 049	99 031	99 031

Таблица 2 / Table 2

Инвестиционные расходы по объектам, тыс. р. / Investment expenses for objects, thousand rubles

Название объекта / Name of the object	Ед. изм. /unit of measurement	Количество / Quantity	Стоимость / Cost
Здание автовокзала с надземным переходом с устройством траволатора, включая оборудование / Bus station building with an aboveground crossing with a travelator device, including equipment	м ²	1 962	225 630,00
Привокзальная площадь / Station square	м ²	2 500	30 000,00
Благоустроенные пассажирские зоны / Well-maintained passenger areas	м ²	1 000	15 000,00
Перроны отправления и прибытия с постами посадки и высадки пассажиров / Departure and arrival platforms with passenger boarding and disembarkation stations	м ²	13 600	163 200,00
Транспортная территория - с площадкой межрейсового отстоя для 10 автобусов / Transport territory – with a platform for inter-route sediment for 10 buses	м ²	300	3 600,00
Пост технического осмотра с наружной эстакадой / Technical inspection post with an external overpass	м ²	60	720,00
Стоянка для служебных автомобилей – на 10 машино-мест / Parking for official cars – for 10 parking spaces	м ²	160	1 920,00

Окончание табл. 2 / The end table 2

Название объекта / Name of the object	Ед. изм. /unit of measurement	Количество / Quantity	Стоимость / Cost
Стоянка для пассажиров аэровокзального и автовокзального комплексов, в т. ч. стоянка для такси – на 94 машино-места / Parking for passengers of the airport and bus terminal complexes, including taxi parking – for 94 parking spaces	м ²	1 504	18 048,00
Платная стоянка для длительного пребывания автомобилей – на 50 машино-мест / Paid parking for a long stay of cars – for 50 parking spaces	м ²	800	9 600,00
Контрольно-пропускной пункт / Checkpoint	м ²	20	1 500,00
Автоматизированная модульная котельная на газовом топливе / Automated modular boiler house on gas fuel	м ²	100	4 500,00
Мультибрендовый автосалон, включая оборудование / Multi-brand car dealership, including equipment	м ²	1 000	105 000,00
Территория прилегающая к автосалону, зданию СТО / The territory adjacent to the car dealership, the service station building	м ²	1 500	18 000,00
Стоянка для автомобилей каршеринга / Carsharing parking	м ²	400	6 000,00
Здание СТО, офиса каршеринговой фирмы, включая оборудование / The building of a service station, an office of a car-sharing company, including equipment	м ²	250	21 250,00
Хозяйственная зона с площадкой для сбора и хранения твёрдых бытовых отходов / Economic zone with a platform for collecting and storing solid household waste	м ²	100	1 000,00
Пассажирские автобусы / Passenger buses	ед.	10	168 000,00
Автомобили для каршеринга / Cars for carsharing	ед.	30	45 000,00
ПСД / PSD	тыс. р.		50 727
Оборотные средства для мультибрендового автосалона / Working capital for a multi-brand car dealership	тыс. р.		27 000
Итого / Total			866 997

Таблица 3 / Table 3

Финансовые результаты проекта, тыс. р. / Financial results of the project, thousand rubles

Показатели / Indicators	Годы / Years			
	2025	2030	2035	2036
1. Общая выручка от реализации продукции с НДС / Total revenue from sales of products with VAT	530 386	809 886	809 886	809 886
2. НДС / VAT	87 948	134 531	134 531	134 531
3. Выручка от реализации продукции за минусом НДС / Revenue from the sale of products minus VAT	442 438	675 355	675 355	675 355
4. Общие затраты на производство и сбыт продукции (услуг) с НДС / Total costs of production and sale of products (services) with VAT	422 548	647 271	647 161	647 161
5. Амортизационные отчисления / Depreciation charges	40 882	40 882	40 882	40 882
6. Налогооблагаемая прибыль / Taxable profit	40 606	86 253	86 345	86 345
7. Налог на прибыль / Income tax	6 700	14 232	14 854	14 854
8. Чистая прибыль нарастающим итогом / Net profit on an accrual basis	33 906	37 7584	73 8718	81 0208
9. Платежи в бюджет с НДС от собственной деятельности / Payments to the budget with VAT from own activities	33 051	49 712	50 353	50353

Выводы. В целом, можно заключить, что реализация проекта будет способствовать развитию транспортной инфраструктуры региона, развития туристской инфраструктуры в части придорожного сервиса. Строительство автовокзального комплекса рядом с аэропортом г. Горно-Алтайска сделает комфортным организацию пассажироперевозок для прилетающих и вылетающих через аэропорт. Само местоположение – это оживлённая магистраль, по которой проезжает большая часть автотранспорта в регионе.

Строительство нового автовокзала в г. Горно-Алтайске может быть важной частью инфраструктурного развития туристско-рекреационных кластеров Алтая. Новый автовокзал может принести ряд преимуществ и улучшений для туристов и местных жителей. Вот несколько потенциальных выгод, которые может принести строительство нового автовокзала: улучшение пассажирской транспортной инфраструктуры; развитие туристической индустрии; повышение имиджа региона; экономические выгоды; улучшение доступности, т. к. новый автовокзал может обеспечить лучшую доступность г. Горно-Алтайска и Алтайского региона для

пассажирам, предоставляя удобные транспортные связи с другими регионами и городами.

Таким образом, реализация проекта способствует приоритетам, обозначенным в двух государственных программах «Развитие жилищно-коммунального и транспортного комплекса», «Развитие внутреннего и въездного туризма».

Разработаны практические рекомендации по экономической целесообразности строительства нового автовокзала в г. Горно-Алтайске. Приведены результаты расчёта текущих расходов на оказание услуг и продажу товаров, а также инвестиционные расходы по объектам. Проект рассчитан на период 2024–2036 г., принятая норма дисконтирования 5 % учитывает риски проекта. Представлены финансовые результаты реализации данного инвестиционного проекта по показателям и годам.

При этом строительство нового автовокзала требует значительных капитальных вложений, однако при правильной реализации может принести значительные преимущества для развития туристической индустрии и общего развития региона Алтай.

Список литературы

1. Болдырева С. Б. Влияние туризма на социально-экономическое развитие региона: обобщение российского и зарубежного опыта // Региональная экономика: теория и практика. 2018. Т. 16, № 5. С. 972–988.
2. Васильченко А. О., Демьянов С. А. Анализ туристско-рекреационного потенциала административных районов Брестской области в контексте устойчивого развития туризма // Экономика и банки. 2020. № 1. С. 64–75.
3. Глотко А. В., Шелковников С. А., Кузнецова И. Г. Направления развития туризма на трансграничных горных территориях // Вестник Забайкальского государственного университета. 2022. Т. 28, № 4. С. 108–116.
4. Кузнецова И. Г., Глотко А. В., Шелковников С. А., Ключева И. С. Направления региональной политики по повышению уровня жизни населения (на примере республики Алтай) // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27, № 10. С. 94–102.
5. Гущина Н. А. Особенности управления развитием туристического потенциала как составляющей регионального экономического потенциала // Вопросы управления. 2011. № 23. С. 35–45.
6. Золотарев И. И. Определение и важнейшие характеристики туристских ресурсов // Сибирский государственный университет геосистем и технологий. 2022. № 4. С. 29–33.
7. Едророва В. Н., Овчаров А. О. Государственная финансовая поддержка сферы туризма / В. Н. Едророва, А. О. Овчарова // Финансы и кредит. 2021. № 41. С. 37–41.
8. Кравченко М. А. Государственная поддержка туристической отрасли в контексте новых вызовов // Молодой ученый. 2022. № 26. С. 111–114.
9. Мироненко Н. С., Твердохлебов И. Т. Рекреационная география. М.: МГУ, 1981. С. 131.
10. Макарова А. А., Эйдельман Э. М., Фахрутдинова Л. Р. Туристско-рекреационный потенциал региона: понятие и сущность // Приоритетные направления и проблемы развития внутреннего и международного туризма в России: материалы IV Всерос. с междунар. уч. науч.-практ. конф. Симферополь: Крымский ун-т культуры, искусств и туризма, 2020. С. 233.
11. Солодовникова Ю. Р. Тенденции развития видов туризма в регионах Сибири // Современное состояние и потенциал развития туризма в России: материалы XVIII Междунар. науч.-практ. конф. (Россия, Омск, 7–8 окт. 2021 г.) / Минобрнауки России, Федер. гос. бюджет. образоват. уч. высш. образования

«Ом. гос. техн. ун-т», Каф. «Туризм, гостинич. и ресторан. бизнес»; под общ. ред. Е. В. Кулагиной. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2022. С. 46–52.

12. Khrystyna Kushnir, Melina Laura Mirmulstein, and Rita Ramalho. Текст: электронный // Micro, Small, and Medium Enterprises Around the World: How Many Are There, and What Affects the Count? World Bank, 2010. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Micro-%2C-Small-%2C-and-Medium-Enterprises-Around-the-%3A-Kushnir-Mirmulstein/99ab1c743d6463e53734a8ad9f19c6450a4aae5c> (дата обращения: 21.07.2023).

13. Ministry of Micro, Small & Medium Enterprises, Gol. URL: <https://msme.gov.in/know-about-msme> (дата обращения: 21.07.2023). Текст: электронный.

14. Struve P. B. Critical Notes on the economic development of Russia. СПб.: Тип. И. Н. Скороходова, 1894. 304 p.

15. Регион Ямало-Ненецкого автономного округа. URL: <https://xn--38-6kcaakvzsqni5c5b.xn--p1ai/fakty/region-yamalo-nenetskogo-avtonomnogo-okruga> (дата обращения: 21.07.2023). Текст: электронный.

References

1. Boldyreva S. B. The impact of tourism on the socio-economic development of the region: generalization of Russian and foreign experience. *Regional economy: theory and practice*, vol. 16, no. 5, pp. 972–988, 2018. (In Rus.).

2. Vasilchenko A. O., Demyanov S. A. Analysis of the tourist and recreational potential of the administrative districts of the Brest region in the context of sustainable tourism development. *Economics and banks*, no. 1, pp. 64–75, 2020. (In Rus.).

3. Glotko A. V., Shelkovnikov S. A., Kuznetsova I. G. Directions of tourism development in cross-border mountain territories. *Bulletin of the Transbaikal State University*, vol. 28, no. 4, pp. 108–116, 2022. (In Rus.).

4. Kuznetsova I. G., Glotko A. V., Shelkovnikov S. A., Klyueva I. S. Directions of regional policy to improve the standard of living of the population (on the example of the Altai Republic). *Bulletin of the Transbaikal State University*, vol. 27, no. 10, pp. 94–102, 2021. (In Rus.).

5. Gushchina N. A. Features of tourism potential development management as a component of regional economic potential. *Management issues*, no. 23, pp. 35–45, 2011. (In Rus.).

6. Zolotarev I. I. Definition and the most important characteristics of tourist resources. *Siberian State University of Geosystems and Technologies*, no. 4, pp. 29–33, 2022. (In Rus.).

7. Edronova V. N., Ovcharov A. O. State financial support of the tourism sector. *Finance and credit*, no. 41, pp. 37–41, 2021. (In Rus.).

8. Kravchenko M. A. State support of the tourism industry in the context of new challenges. *Young scientist*, no. 26, pp. 111–114, 2022. (In Rus.).

9. Mironenko N. S., Tverdokhlebov I. T. *Recreational geography*. Moscow: MSU, 1981. (In Rus.).

10. Makarova A. A., Eidelman E. M., Fakhrutdinova L. R. Tourist and recreational potential of the region: the concept and essence. Priority directions and problems development of domestic and international tourism in Russia: materials IV Vsros. from the International Academic Scientific and Practical Conference Simferopol: Crimean University of Culture, Arts and Tourism, 2020. (In Rus.).

11. Solodovnikova Yu. R. Trends in the development of types of tourism in the regions of Siberia. Current state and potential of tourism development in Russia: Materials of the XVIII International Scientific and Practical Conference (Russia, Omsk, 7–8 Oct. 2021). Ministry of Education and Science of Russia, Federal State Budget. educated. the institution is higher. education “Omsk State Technical University”, Department of “Tourism, hotel. and a restaurant. Business”; under the general ed. of E. V. Kulagina. Omsk Omsk State Technical University Publ., 2022. (In Rus.).

12. Khrystyna Kushnir, Melina Laura Mirmulstein, and Rita Ramalho. *Micro, Small, and Medium Enterprises Around the World: How Many Are There, and What Affects the Count?* World Bank, 2010. Web. 21.07.2023. <https://www.semanticscholar.org/paper/Micro-%2C-Small-%2C-and-Medium-Enterprises-Around-the-%3A-Kushnir-Mirmulstein/99ab1c743d6463e53734a8ad9f19c6450a4aae5c>. (In Eng.).

13. Ministry of Micro, Small & Medium Enterprises, Gol. Web. 21.07.2023. <https://msme.gov.in/know-about-msme>. (In Eng.).

14. Struve P. B. *Critical Notes on the economic development of Russia*. Saint Petersburg: I. N. Skorokhodova Type, 1894. (In Eng.).

15. The region of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. Web. 21.07.2023. <https://xn--38-6kcaakvzsqni5c5b.xn--p1ai/fakty/region-yamalo-nenetskogo-avtonomnogo-okruga>. (In Rus.).

Информация об авторах

Глотко Андрей Владимирович, д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры экономического анализа и управления проектами, Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Россия; ganiish_76@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-0160-6392>. Область научных интересов: региональная экономика.

Кузнецова Инна Геннадьевна, д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры финансы и кредит, Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск, Россия; finka31081988@list.ru; <http://orcid.org/0000-0001-9077-1578>. Область научных интересов: государственная поддержка человеческого капитала, устойчивое развитие сельских территорий.

Шелковников Сергей Александрович, д-р экон. наук, профессор кафедры учета и финансовых технологий, Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Россия; shelkovnikov1@rambler.ru; <http://orcid.org/0000-0003-1586-5025>. Область научных интересов: государственная поддержка сельского хозяйства, устойчивое развитие.

Information about the authors

Glotko Andrey V., doctor of economic sciences, professor, Economic Analysis and Project Management department, State University of Economics and Management, Novosibirsk, Russia; ganiish_76@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0002-0160-6392>. Research interests: regional economics.

Kuznetsova Inna G., doctor of economic sciences, professor, Finance and Credit department, Siberian State University of Railway Engineering, Russia; finka31081988@list.ru; <http://orcid.org/0000-0001-9077-1578>. Research interests: state support of human capital, sustainable development of rural areas.

Shelkovnikov Sergey A., doctor of economic sciences, professor, Accounting and Financial Technologies department, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia; shelkovnikov1@rambler.ru; <http://orcid.org/0000-0003-1586-5025>. Research interests: state support of agriculture, sustainable development.

Вклад авторов в статью

А. В. Глотко – разработка методологии исследования, сбор материалов, библиографии, написание текста.

И. Г. Кузнецова – разработка теоретических основ, анализ существующих мер господдержки туристской отрасли, работа над таблицами, а также оформление публикации под требования журнала, написание текста.

С. А. Шелковников – сбор и обработка информации по созданию инвестиционного проекта, написание текста.

The authors' contribution to the article

A. V. Glotko – development of research methodology, collection of materials, bibliographies, writing text.

I. G. Kuznetsova – development of theoretical foundations, analysis of existing measures of state support for the tourism industry, work on tables, as well as the design of the publication according to the requirements of the journal, writing the text.

S. A. Shelkovnikov – collection and processing of information on the creation of an investment project, writing a text.

Для цитирования

Глотко А. В., Кузнецова И. Г., Шелковников С. А. Проектное инвестирование в развитие туризма // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 4. С. 115–122. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-115-122.

For citation

Glotko A. V., Kuznetsova I. G., Shelkovnikov S. A. Project Investment in Tourism Development // Transbaikalian State University Journal. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 115–122. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-115-122.

Научная статья
УДК 338.45
DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-123-131

Декарбонизация компаний индустриального сектора в условиях неопределённости

Евгений Анатольевич Малышев¹, Татьяна Евгеньевна Малышева²

^{1,2}Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,
г. Санкт-Петербург, Россия

¹eamalyshev@mail.ru, ²temalysheva@mail.ru

Информация о статье:

Статья поступила
в редакцию 25.11.2023

Одобрена после
рецензирования 27.11.2023

Принята
к публикации 29.11.23

Ключевые слова:

декарбонизация, выбросы парниковых газов, углеродная нейтральность, технологии CCUS, Парижское соглашение, глобальные вызовы, углеродный след, нефтегазовый сектор, углеродное регулирование, климатическая повестка

В статье анализируется актуальность проектов декарбонизации компаний в условиях геополитической неопределённости и экономического кризиса. Россия остаётся одним из лидеров по углеродоёмкости продукции и количеству производимых парниковых газов в мире. Объект исследования – стратегии декарбонизации российских компаний индустриального сектора. Цель исследования: обосновать актуальность процессов декарбонизации компаний в условиях геополитической неопределённости. Задачи исследования: 1) изучить решения «Минэкономразвития России» по снижению углеродоёмкости экономики от введения углеродного регулирования ЕС; 2) выделить приоритетные рынки для российского экспорта; 3) обозначить актуальность процессов декарбонизации компаний и сертификации углеродного следа. Многие страны, в том числе Китай, увеличивают свои требования к экологичности компаний, а в процессах декарбонизации заложен положительный экономический эффект. Закрытие экспортных рынков снизило актуальность проектов декарбонизации для российской промышленности, которую меньше затрагивает трансграничное углеродное регулирование. Энергетический кризис может серьёзно изменить и климатические приоритеты Европы. Инвестиции в CCUS сопровождаются высоким риском, однако могут позволить получить конкурентное преимущество; основной же упор следует делать на разработку проектов повышения энергоэффективности, сокращения утечек и внедрения возобновляемых источников энергии. Несмотря на разрыв хозяйственных связей с Европейским союзом, закрытие экспортных рынков и снижение уровня трансграничного углеродного регулирования, а также возникающую в связи с этим геополитическую неопределённость, климатическая повестка не теряет своей актуальности. Складываются позитивные предпосылки на основе инвестиций в CCUS. Следует активно разрабатывать проекты, позволяющие повысить энергоэффективность промышленных предприятий за счёт сокращения необоснованных потерь. А также более мобильно внедрять возобновляемые источники энергии.

Original article

Decarbonization of Companies In the Industrial Sector under Conditions of Uncertainty

Evgeny A. Malyshev¹, Tatiana E. Malysheva²

^{1,2}Saint Petersburg State Marine Technical University, Saint Petersburg, Russia

¹eamalyshev@mail.ru, ²temalysheva@mail.ru

Information about the article:

Received 25 November, 2023

Approved after review
27 November, 2023

Accepted for publication
29 November, 2023

The article analyzes the relevance of decarbonization projects of companies in the context of geopolitical uncertainty and economic crisis. Russia remains one of the leaders in terms of carbon intensity of products and the amount of greenhouse gases produced in the world. The object of the research is decarbonization strategies of Russian companies in the industrial sector. The purpose of the study is to substantiate the relevance of the processes of decarbonization of companies in conditions of geopolitical uncertainty. The research objectives are as following: 1) analysis of the Ministry of Economic Development of Russia decisions to reduce the carbon intensity of the economy from the introduction of EU carbon regulation; 2) analysis of priority markets for Russian exports; 3) relevance analysis of the decarbonization processes of companies and certification of the carbon footprint. Many countries, including

Keywords:

decarbonization, greenhouse gas emissions, carbon neutrality, CCUS technologies, Paris Agreement, global challenges, carbon footprint, oil and gas sector, carbon regulation, climate agenda

Введение. Подписание Парижского соглашения, в рамках которого страны взяли на себя обязательства по сокращению углеродного следа, и введение системы СВМ в ЕС обострили климатическую повестку в России, в связи с чем в 2021 г. появилось большое количество новых экологических стратегий и проектов. В частности, разработана программа достижения Россией углеродной нейтральности и начат сахалинский эксперимент по внедрению рынка торговли углеродными сертификатами. Экономический эффект от декарбонизации и конкретные инструменты отличаются в зависимости от отрасли. Однако после наложения на Россию санкций, вопрос декарбонизации отошёл на второй план, а переориентация на другие рынки снизила релевантность СВМ для России. Несмотря на это, нельзя сказать, что декарбонизация компаний полностью теряет своё значение.

Актуальность. Загрязнение окружающей среды – процесс, не исчезающий во время любых других глобальных катаклизмов, меняется лишь острота повестки. По данным на 2019 г. Россия занимала четвертое место в мире по количеству выбросов CO₂. Несмотря на усилия мирового сообщества, валовые выбросы продолжают расти: на 43,6 % за период 1960–2018 гг. и на 14,9 % за период 1990–2018 гг. (1990 г. является базовым для замера изменений большинства стран по Парижскому соглашению). За тот же период выбросы России снизились на 7,9 % и 23,9 %, соответственно. Однако стоит отметить, что CO₂ на душу населения в России на 2018 г. всё ещё почти в 2,5 раза больше, чем в мире, в целом, (11,13 по сравнению с 4,48) [6;14].

Объект исследования: стратегии декарбонизации российских компаний индустриального сектора. **Предмет исследования:** углеродное регулирование, существующие процессы декарбонизации и перспективные технологии снижения углеродного следа. **Цель исследо-**

вания обосновать актуальность процессов декарбонизации компаний в условиях геополитической неопределённости. **Задачи исследования:** 1) изучить решения «Минэкономразвития России» по снижению углеродоёмкости экономики от введения углеродного регулирования ЕС и начала СВО; 2) выделить приоритетные рынки для российского экспорта; 3) обозначить актуальность процессов декарбонизации компаний и сертификации углеродного следа.

Методология исследования. Использовались методы сравнительного анализа, сопоставления и обобщения, перенесение опыта зарубежных стран на ситуацию в России, произведён анализ статистических данных из различных российских и зарубежных источников

Разработанность темы. Основная часть всех выбросов в России (82,3 %) приходилась на долю энергетического сектора в 2016 г.: это добыча, переработка, транспортировка и использование природного топлива. В целом, такая структура остаётся стабильной с 90-х гг.¹

Большинство учёных согласны с тем, что выбросы CO₂ в первую очередь опасны созданием эффекта парниковых газов, которые мешают движению энергии и приводят к глобальному потеплению. В свою очередь изменение климата приводит к следующим последствиям: таяние льда быстрее его замены в Арктике и Антарктике [4]; потепление океанов – их вода расширяется и вызывает повышение уровня моря; изменения в местах обитания различных видов растений и животных [6]. Более того, изменение климата может стать одной из основных причин вымирания различных видов животных в последующие сто лет [15].

В связи с такой опасностью парниковых газов, с каждым годом по всему миру появляется всё больше различных программ эко-

¹ Энергетический бюллетень № 94: Вызовы углеродного регулирования // Аналитический центр при Правительстве РФ. – 2021. – март.

логического регулирования деятельности компаний. Всего в настоящее время в мире насчитывается более 2300 законов и стратегий, относящихся к изменению климата. Наибольшая концентрация наблюдается на географическом севере, больше всего климатических законов в Европе, однако постепенно тенденция распространяется на все страны мира [13].

Большинство стран уже имеет базовое законодательство по климатической повестке, сейчас задача состоит в том, чтобы усилить существующие законы и заполнить пропуски [11]. В 2015–2016 гг. темп роста новых законов стал сокращаться, однако подписание Парижского соглашения дало новый толчок: государствам необходимо было выработать собственную политику в отношении изменения климата. В целом, подход стран к политике климатического регулирования можно разделить на два направления – уменьшение последствий и адаптация (устойчивость) [1–3; 5]. Большинство стран объединили в своей политике различные подходы. Наиболее часто встречается регулирование в области энергетики (электрификация, энергоэффективность, возобновляемая энергия) и связанное с выбросами CO₂ (88 и 76 % стран).

Важнейшим документом климатического регулирования на современном этапе является Парижское соглашение. Парижское соглашение – это международное соглашение по теме изменения климата, пришедшее на смену Киотскому, встретившему много препятствий на пути выполнения и считавшемуся довольно провальным. Оно было подписано в 2015 г. и вступило в силу в 2016 г., всего присоединились 189 стран. Основная цель – объединение усилий стран в противодействии изменению климата.

В Парижском соглашении есть три основных положения: ограничить рост температуры в пределах 1,5 °С, проводить обзор вклада стран в сокращение выбросов каждые 5 лет, предоставлять климатическое финансирование развивающимся странам. Ограничение роста температуры на уровне 1,5 °С – наиболее амбициозная цель, однако сначала нужно ограничить рост хотя бы 2 °С. Россия также взяла на себя обязательства по сокращению выбросов в рамках Парижского соглашения.

Кроме того, в 2021 г. в области российского законодательства, связанного с изменением климата, принято два закона (296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов», № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повы-

шении энергетической эффективности...»), 11 стратегий и 6 целевых показателей (5 из которых направлены на энергетику) [13].

Результаты исследования. В июле 2021 г. был опубликован проект трансграничного углеродного регулирования ЕС (СВАМ). Смысл проекта – введение цены на углерод с определённых товаров, ввозимых в ЕС. Цель – избежать «утечки углерода»: в связи с ужесточением законодательства в Европе, есть вероятность, что европейские компании переместят производство за пределы ЕС или их продукты будут вытеснены на европейском рынке импортными товарами с высокой долей выбросов при производстве [9]. Внедрение СВАМ вызвало ответную реакцию российской климатической повестки: были приняты различные стратегии, разработаны проекты декарбонизации, компании начали заявлять о своём стремлении к углеродной нейтральности. По различным оценкам Россия была в наиболее уязвимом положении по отношению к остальным странам-экспортёрам в ЕС. Ожидалась углеродная налоговая нагрузка, в три раза превышавшая нагрузку других стран и ежегодные потери прибыли (без учёта потери конкурентоспособности) в несколько миллиардов евро.

Ответная реакция России предполагала ряд проектов по снижению углеродоёмкости экономики и смягчению удара от введения углеродного регулирования ЕС. Как отмечается в одном из бюллетеней Аналитического центра, «Минэкономразвития России подготовило проект федерального закона «Об ограничении выбросов парниковых газов», Минэнерго России разработало проект по внедрению системы «зелёных» или низкоуглеродных сертификатов, соответствующих международным требованиям. Более того, компаниями и мэрией Москвы реализуется проект по выпуску «зелёных» облигаций с целью повышения энергоэффективности продукции. Также происходит адаптация системы торговли квотами в рамках пилотного проекта на Сахалине, где в середине 2022 г. осуществилась первая сделка с применением механизма торговли квот на выбросы¹.

После событий начала СВО мир поразила геополитическая неопределённость, климатическая повестка начала терять актуальность, а европейские санкции сделали систему СВАМ нерелевантной для России.

¹ Энергетический бюллетень № 98: Трансграничное углеродное регулирование: вызовы и возможности // Аналитический центр при Правительстве РФ. – 2021. – июль.

Компании начинают перенаправлять свои экспортные потоки на другие рынки: покупка российской нефти Индией за последнее время выросло с 1 до 18 % от всего экспорта России [10], увеличиваются закупки Китая, другие азиатские страны также проявляют интерес к дешёвой российской нефти [12].

Однако важно сказать, что смена рынков не полностью исключает климатические требования и лишает процесс декарбонизации смысла.

Здесь стоит отметить три важных аспекта: наличие требований в России, климатическое регулирование других стран и экономический эффект от декарбонизации.

С точки зрения российских требований, стоит выделить закон «Об ограничении выбросов парниковых газов», который вступил в силу 30 декабря 2021 г. Согласно этому документу, вводится отчётность для компаний, которые производят крупные выбросы парниковых газов. «На первом этапе под государственный учёт попадут компании, чьи выбросы составляют от 150 тыс. тонн эквивалента углекислого газа в год. Они будут обязаны предоставлять отчёты о выбросах с 1 марта 2023 г. На втором этапе с 2024 г. под регулирование попадут организации с выбросами 50 тыс. тонн и более в год».

В данном законопроекте предусмотрена «правовая основа для реализации климатических проектов и обращения углеродных единиц». Физические и юридические лица получают право организовывать климатические проекты, направленные на снижение уровня выбросов парниковых газов¹. На данный момент не предполагается внедрение активным методов регулирования в виде налогов или квот в целях смягчения перехода компаний на более экологичное производство, но закладываются основы механизма передачи углеродных единиц между юридическими лицами. Кроме того, сахалинский эксперимент может стать базой последующего внедрения углеродного рынка на территории России.

На рынках, которые становятся приоритетными для российского экспорта, также существуют свои экологические требования. Так, например, Китай начал рассматривать внедрение системы регулирования выбросов CO₂ ещё в 2013 г., а в 2020 г. внедрил ETS в сотрудничестве с ЕС. Китайский рынок торговли углеродными единицами является

крупнейшим в мире, хотя цена за тонну CO₂ там значительно ниже, чем в ЕС.

Индия тоже поставила перед собой задачу достижения углеродной нейтральности и обсуждает внедрение углеродного налога. Уже в 2019 г. в мире существовало порядка 20 систем торговли углеродными сертификатами [8]. В 2013 г. такая система была внедрена в Казахстане, а в 2018 г. программа была расширена на большее число отраслей. Примером нового углеродного рынка является Мексика: страна начала свою пилотную программу в 2020 г., покрыв наиболее крупные предприятия с совокупными выбросами в 40 % от всех выбросов страны; полноценное внедрение системы торговли углеродными сертификатами запланировано на 2023 г.

Экономический эффект от декарбонизации и конкретные инструменты отличаются в зависимости от отрасли. В качестве примера можно использовать нефтегазовый сектор. Самый капиталоемкий способ – разработка проектов с применением технологий захвата и удержания углерода (CCUS). Такие проекты уже есть у ряда крупнейших нефтегазовых компаний: *Net Zero Teesside (BP, Total, ENI, Shell, Equinor)* в Англии; *Norske Shell, Equinor, Total E&P Norge* в Норвегии; *Chevron* в Австралии и др. Большинство данных проектов всё ещё являются пилотными, а «оценка удельных затрат в проектах CCUS показала, что в газовой промышленности мероприятия по улавливанию, транспортированию и утилизации CO₂ потребуют около 100 долл./т CO₂-экв.» [3].

Технологии CCUS позволяют снизить углеродный след на 90 % и тем самым избежать дополнительной налоговой нагрузки, но одновременно с этим повышается себестоимость продукции. Такие технологии в целом довольно противоречивы: количество производимых выбросов не снижается, разработки всё ещё ведутся, поэтому риски довольно большие. Однако вложение в CCUS на данном этапе может позволить компании стать одним из лидеров зарождающегося рынка торговли углеродными сертификатами (который появится в любом случае, даже с учётом нестабильной обстановки), улучшить свою репутацию и в дальнейшем облегчить получение финансирования.

Если у компании на данный момент не хватает ресурсов для инвестирования таких проектов, можно выбрать более консервативный вариант – снижение углеродного следа через повышение энергоэффективности, применение возобновляемых источников энергии,

¹ Путин подписал закон об ограничении выбросов парниковых газов. – Текст: электронный // ТАСС. – 2021. – 2 июля. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/11806669>=12 (дата обращения: 21.09.2023).

сокращение утечек и т. п. Для этого существует довольно большое количество разнообразных инструментов. Например, изменение источников энергии и переход на низкоуглеродные источники энергии. Электрификация добывающими компаниями своей деятельности «может привести к сокращению выбросов до 720 т CO₂ в год к 2050 г. при оценочной стоимости \$10/т CO₂ в зависимости от местных цен на электроэнергию». Подключать к электроэнергии можно также береговые и прибрежные буровые установки и платформы. Замена дизельного топлива возобновляемыми источниками энергии не просто сокращает выбросы, но и быстро окупает инвестиции. Отдельно отмечается переход на низкоуглеродные виды топлива при перевозках нефти и газа морским транспортом. Большая часть танкеров использует в качестве топлива нефтепродукты, однако существуют альтернативы – сжиженный природный газ, аммиак, водород, метанол, электричество. Электрифицировать можно также и отдельное оборудование, например заменить газовые котлы на электрические паропроизводящие системы [7]. Чаще всего альтернативные источники энергии применяются на удалённых объектах, куда экономически невыгодно поставлять энергию традиционными способами.

В рамках такой консервативной стратегии оптимизируются существующие операционные процессы. По оценкам McKinsey, сокращение летучих выбросов и факельного сжигания может способствовать сокращению 1,5 Гт CO₂ в год к 2050 г. при стоимости менее \$15/т CO₂.

В одной из компаний было обнаружено, что 70 % всех выбросов от сжигания приходится на внеплановое сжигание. Сократить внеплановое горение можно за счёт повышения надёжности: более частом проведении профилактического обслуживания и замене оборудования. Можно также сокращать рутинное сжигание газа путём улучшения дополнительной переработки газа и инфраструктуры, например, увеличения пропускной способности трубопроводов.

Для европейских компаний применение возобновляемых источников энергии – это не только способ повышения эффективности, но и структурное изменение корпоративной стратегии. Компании всё чаще отказываются от глубоководных проектов, проектов по добыче тяжёлой нефти и других углеродоёмких бизнесов: уходят из проектов на Аляске (bp и Statoil), проектов по разработке нефтеносных песков (Shell и Total). С другой стороны, нефтегазовые компании всё больше вкладыва-

ются в солнечную энергетику (ENI и Repsol), разработку биотоплива (Shell и bp), ветроэнергетику (Equinor).

Оценки объёма выбросов метана¹ в России представлены на рис. 1.

Добыча, сжигание и утилизация ПНГ (путного нефтяного газа) в России представлена² на рис. 2.

Уровень использования попутного нефтяного газа (ПНГ) в России³ представлен на рис. 3.

В России проекты менее амбициозны, но всё же они разрабатываются. Например, в компании ПАО «Газпром» альтернативная энергетика не является основным направлением деятельности, а служит в основном для решения задач энергоэффективности (модернизация нефтеперерабатывающего завода в Омске и рост его энергоэффективности на 27 %) и получения электроэнергии на удалённых объектах (испытания ветро-солнечной электростанции в Ямало-Ненецком автономном округе).

Работа ГТС «Газпрома» и расход газа на технологические нужды газотранспортной системы⁴ показаны на рис. 4.

В 2021 г. ПАО «Газпром» опубликовал заявление о том, что благодаря программам энергосбережения и повышения энергоэффективности «в 2020 году компания снизила их на 16 млн т CO₂-эквивалента или на 14 % по сравнению с 2019 годом. Такой результат достигнут за счёт применения при проведении ремонтных работ современных технологий сохранения газа — в том числе мобильных компрессорных станций, а также оптимизации использования энергетических ресурсов, реконструкции и модернизации компрессорных станций»⁵. Однако стоит отметить, что в том же году компания сократила добычу газа на 9,5 %, так что общий эффект, вероятно, был значительно меньше.

¹ Источник: МЭА, 2020.

² Источники: Функционирование и развитие ТЭК России в 2019 г. / Минэнерго. 2020. – URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1215> (дата обращения 21.09.2023). – Текст: электронный; Global Gas Flaring Tracker Report JULY 2020, Global Gas Flaring Reduction Partnership. – URL: https://www.worldbank.org/content/dam/photos/419x440/2016/oct/flaring_data.JPG (дата обращения: 21.09.2023). – Текст: электронный.

³ Источник: МЭА, 2020.

⁴ Источник: данные по «Газпрому» в статистическом ежегоднике за 2005–2019 гг.

⁵ Бизнес России: главный промышленный портал. – URL: <https://glavportal.com/materials/gazprom-sokratil-vybrosy-co2-v-2020-godu-na-14/> (дата обращения: 21.09.2023). – Текст: электронный.

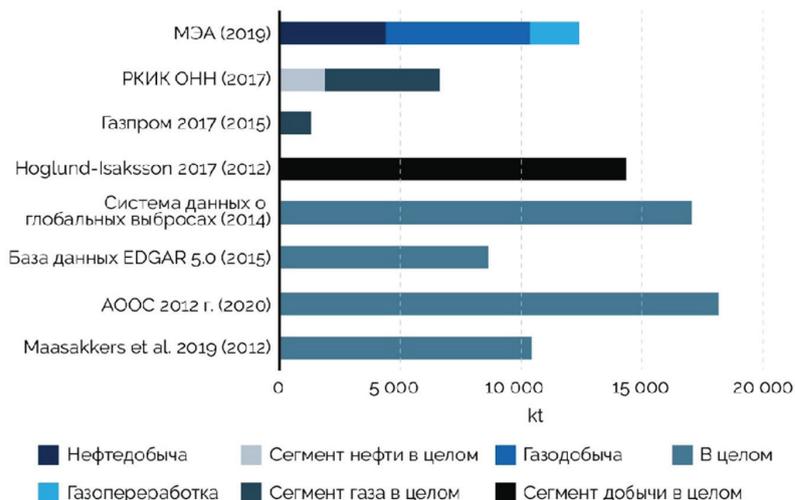


Рис. 1. Оценки объема выбросов метана в России / **Fig. 1.** Estimates of methane emissions in Russia

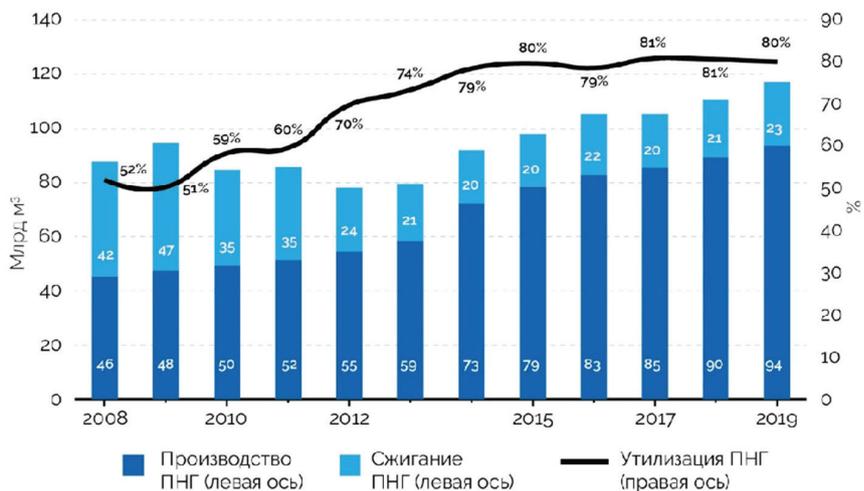


Рис. 2. Добыча, сжигание и утилизация ПНГ в России / **Fig. 2.** APG extraction, combustion and utilization in Russia

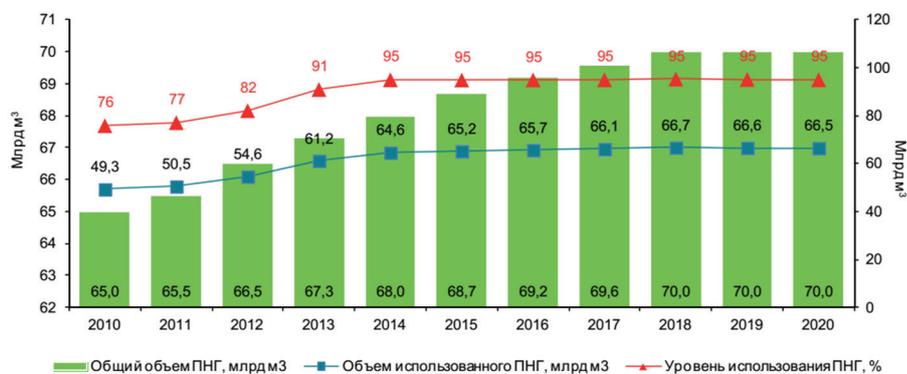


Рис. 3. Уровень использования ПНГ в России / **Fig. 3.** APG utilization rate in Russia

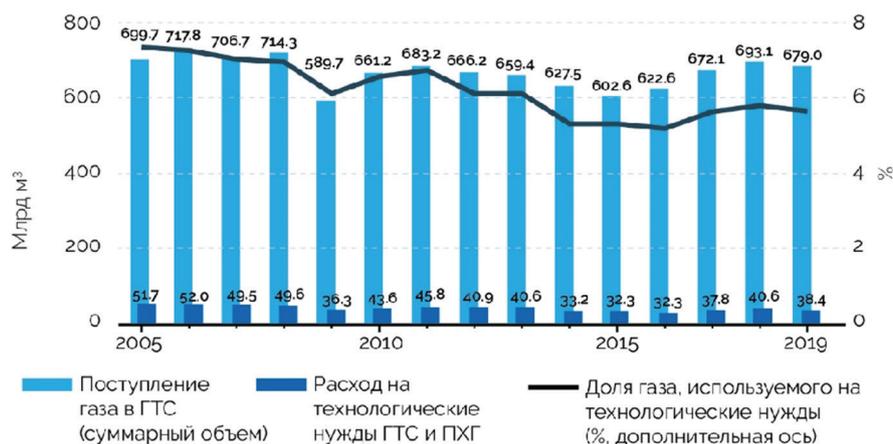


Рис. 4. Работа ГТС «Газпрома» и расход газа на технологические нужды газотранспортной системы / **Fig. 4.** Gazprom GTS operation and gas consumption for process needs of the gas transportation system

Выводы. Закрытие экспортных рынков снизило актуальность проектов декарбонизации для российской промышленности, которую теперь меньше затрагивает трансграничное углеродное регулирование. Энергетический кризис может серьезно изменить и климатические приоритеты Европы.

Климатическая повестка, широко осаждавшаяся в прошлом на фоне введения трансграничного углеродного регулирования, претерпевает изменения в условиях санкций. Двигателем к декарбонизации российской экономики были принятые в ЕС требования к импортируемым товарам, которые накладывали дополнительные пошлины в случае наличия высокого углеродного следа. Но учитывая, что рынок ЕС практически закрылся, тема декарбонизации отошла на задний план. Впрочем, полностью из повестки она не ушла, поскольку Россия теперь экспортирует продукцию в Азию и страны Востока, которые в свою очередь поставляют уже собственную

продукцию в ЕС. Так что, сертификация углеродного следа будет востребована, хоть и в меньшей степени.

Несмотря на геополитическую неопределённость, разрыв хозяйственных связей с Европейским союзом и переориентацию на другие рынки, климатическая повестка не теряет своей актуальности. Требования по сокращению углеродного следа предъявляются компаниям в разных странах, а сам процесс декарбонизации сопровождается сокращением затрат и, в целом, повышением эффективности операционных процессов. Компаниям следует продолжать снижать производимые парниковые газы. Инвестиции в CCUS сопровождаются высоким риском, однако могут позволить получить конкурентное преимущество; основной же упор следует делать на разработку проектов повышения энергоэффективности, сокращения утечек и внедрения возобновляемых источников энергии.

Список литературы

1. Башмаков И. А. Стратегия низкоуглеродного развития российской экономики // Вопросы экономики. 2020. № 7. С. 51–74. DOI: 10.32609/0042-8736-2020-7-51-74.
2. Глебова А. Г., Данеева Ю. О. Адаптация российской энергетики к декарбонизации мировой экономики // Экономика. Налоги. Право. 2021. № 14. С. 48–55. DOI: 10.26794/1999-849X-202114-4-48-55.
3. Грушевенко Е. Декарбонизация нефтегазовой отрасли: международный опыт и приоритеты России. Текст: электронный // Сколково. 2021. URL: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_Decarbonization_of_oil_and_gas_RU_22032021.pdf (дата обращения: 21.09.2023).
4. Социально-экономическая динамика и перспективы развития российской Арктики с учетом геополитических, макроэкономических, экологических и минерально-сырьевых факторов / под науч. ред. Т. П. Скуфьиной, Е. А. Корчак. Апатиты: Кольский науч. центр РАН, 2021. 209 с. URL: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zt6sfg8/revision/2#:~:text=Extra%20carbon%20dioxide%20in%20the,temperature%20is%20called%20global%20warming%20> (дата обращения: 21.09.2023). Текст: электронный.
5. Хасанов М. М. Основы системного инжиниринга. Ижевск: ИКИ, 2020. 422 с.

6. BBC. Impact of human activity. URL: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zt6sfg8/revision/2#:~:text=Extra%20carbon%20dioxide%20in%20the,temperature%20is%20called%20global%20warming%20> (дата обращения: 21.09.2023). Текст: электронный.
7. Beck C., Rashidbeigi S., Roelofsen O., and Speelman E. The future is now: How oil and gas companies can decarbonize. McKinsey. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/the-future-is-now-how-oil-and-gas-companies-can-decarbonize> (дата обращения: 21.09.2023). Текст: электронный.
8. Emissions trading worldwide icap. URL: https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_attach&task=download&id=613 (дата обращения: 21.10.2023). Текст: электронный.
9. European Commission. Carbon Border Adjustment Mechanism: Questions and Answers. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3661 (дата обращения: 21.09.2023). Текст: электронный.
10. India buys 18 % of all Russia crude exports The Economic Times. URL: https://economictimes.indiatimes.com/industry/energy/oil-gas/india-buys-18-of-all-russia-crude-exports/articleshow/92189499.cms?utm_source=contentofinterest&utm_medium=text&utm_campaign=cppst (дата обращения: 21.10.2023). Текст: электронный.
11. Nachmany M., Fankhauser S., Setzer J., Averchenkova A. Global trends in climate change legislation and litigation. Текст: электронный // Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. URL: <http://archive.ipu.org/pdf/publications/global.pdf> (дата обращения: 21.10.2023).
12. Pathi K., Kurtenbach E. India, China growing markets for shunned Russian oil. AP. URL: <https://apnews.com/article/russia-ukraine-politics-business-china-middle-east-b6a90423ee7e2245e3eafc713083896f> (дата обращения: 21.09.2023). Текст: электронный.
13. Setzer J., Byrnes R. Global trends in climate change litigation. Grantham Research Institute for Climate Change and Environment, London School of Economics. URL: https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2021/07/Global-trends-in-climate-change-litigation_2021-snapshot.pdf (дата обращения: 21.10.2023). Текст: электронный.
14. Total greenhouse gas emissions. Statistics of the World Bank. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.GHGT.KT.CE> (дата обращения: 21.10.2023). Текст: электронный.
15. Whelan T., Kronthal-Sacco R. Research: Actually, Consumers Do Buy Sustainable Products. Harvard Business Review. URL: <https://hbr.org/2019/06/research-actually-consumers-do-buy-sustainable-products> (дата обращения: 21.10.2023). Текст: электронный.

References

1. Bashmakov I. A. Strategy of low-carbon development of the Russian economy. Economic issues, no. 7, pp. 51–74, 2020. (In Rus.).
2. Glebova A. G., Daneeva Yu. O. Adaptation of Russian energy to decarbonization of the world economy. Economy. Taxes. Right, no. 14, pp. 48–55, 2021. (In Rus.).
3. Grushevenko E. Decarbonization of the oil and gas industry: international experience and priorities of Russia. Skolkovo. 2021. Web. 21.09.2023. https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_Decarbonization_of_oil_and_gas_RU_22032021.pdf. (In Rus.).
4. Socio-economic dynamics and prospects for the development of the Russian Arctic taking into account geopolitical, macroeconomic, environmental and mineral resource factors. Eds by T. P. Skufina, E. A. Korchak. Apatity: Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2021. Web. 21.09.2023. <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zt6sfg8/revision/2#:~:text=Extra%20carbon%20dioxide%20in%20the,temperature%20is%20called%20global%20warming%20>. (In Rus.).
5. Khasanov M. M. Fundamentals of system engineering. Izhevsk: IKI, 2020. (In Rus.).
6. BBC. The influence of human activity. Web. 21.09.2023 <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zt6sfg8/revision/2#:~:text=Extra%20carbon%20dioxide%20in%20the,temperature%20is%20called%20global%20warming%20>. (In Rus.).
7. Beck S., Rashidbeigi S., Roelofsen O. and Spilman E. The future has come now: How oil and gas companies can decarbonize. McKinsey. Web. 21.09.2023. <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/the-future-is-now-how-oil-and-gas-companies-can-decarbonize>. (In Eng.).
8. World trade in icap emission quotas. Web. 21.10.2023. https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_attach&task=download&id=613. (In Eng.).
9. European Commission. Carbon boundary adjustment mechanism: Questions and answers. Web. 21.09.2023. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3661. (In Rus.).
10. India buys 18 % of all Russian crude oil exports The Economic Times. Web. 21.10.2023. https://economictimes.indiatimes.com/industry/energy/oil-gas/india-buys-18-of-all-russia-crude-exports/articleshow/92189499.cms?utm_source=contentofinterest&utm_medium=text&utm_campaign=cppst. (In Eng.).
11. Nahmani M., Funkhauser S., Setzer J., Averchenkova A. Global trends in climate change legislation and litigation. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. Web. 21.10.2023. <http://archive.ipu.org/pdf/publications/global.pdf>. (In Eng.).

12. Pathi K., Kurtenbach E. India, China – growing markets for Russian oil, which is avoided. Web. 21.09.2023. <https://apnews.com/article/russia-ukraine-politics-business-china-middle-east-b6a90423ee7e2-245e3eafc713083896f>. (In Eng.).

13. Setzer J., Byrnes R. Global trends in climate change litigation. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, London School of Economics. Web. 21.10.2023. https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2021/07/Global-trends-in-climate-change-litigation_2021-snapshot.pdf. (In Eng.).

14. Total greenhouse gas emissions. World Bank statistics. Web. 21.10.2023. <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.GHGT.KT.CE>. (In Eng.).

15. Whelan T., Krontal-Sacco R. Research: In fact, consumers are buying environmentally friendly products. Harvard Business Review. Web. 21.10.2023. <https://hbr.org/2019/06/research-actually-consumers-do-buy-sustainable-products>. (In Eng.).

Информация об авторах

Малышев Евгений Анатольевич, д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры инновационной экономики, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, г. Санкт-Петербург, Россия; eamalyshev@mail.ru. Область научных интересов: региональная экономика, бизнес процессы в энергетике, экономика энергетике, современные тенденции корпоративного менеджмента, ценообразование в энергетике, морская логистика.

Малышева Татьяна Евгеньевна, доцент кафедры инновационной экономики, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, г. Санкт-Петербург, Россия; temalysheva@mail.ru. Область научных интересов: экологический менеджмент, современные тенденции корпоративного менеджмента, морская логистика.

Information about the authors

Malyshev Evgeny A., doctor of economic sciences, professor, professor, Innovative Economics department, St. Petersburg State Marine Technical University, St. Petersburg, Russia; eamalyshev@mail.ru. Research interests: regional economics, business processes in the energy sector, energy economics, modern trends in corporate management, pricing in the energy sector, marine logistics.

Malysheva Tatiana E., associate professor, Innovative Economics department, St. Petersburg State Maritime Technical University, St. Petersburg, Russia; temalysheva@mail.ru. Research interests: environmental management, modern trends of corporate management, marine logistics.

Вклад авторов в статью

Е. А. Малышев – постановка исследовательской задачи, разработка методологии исследования, сбор и обработка материалов, написание и редакционные правки текста.

Т. Е. Малышева – обзор предшествующих исследований, сбор и обработка материалов, написание текста

Contribution authors` to the article

Е. А. Malyshev – formulation of the research problem; development of the research methodology, collection and processing of materials, writing and editing of the text.

Т. Е. Malysheva – review of previous studies, collection and processing of materials, writing the text.

Для цитирования

Малышев Е. А., Малышева Т. Е. Декарбонизация компаний индустриального сектора в условиях неопределённости // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 4. С. 123–131. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-123-131.

For citation

Malyshev E. A., Malysheva T. E. Decarbonization of companies in the industrial sector under conditions of uncertainty // Transbaikal State University Journal. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 123–131. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-123-131.

Обзорная статья

УДК 316.356

DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-132-138

Этнический национализм – “nevrose nationale”

Марианна Давлетовна Напсо

Северо-Кавказская государственная академия, г. Черкесск, Россия

napso.marianna@mail.ru

Информация о статье:

Статья поступила
в редакцию 10.01.2023

Одобрена после
рецензирования 02.11.2023

Принята к публикации
04.11.2023

Ключевые слова:

*этнический национализм
(этнонационализм),
гражданский национализм,
политический тренд,
политические практики,
идея превосходства,
национальная
исключительность,
«этнический ренессанс»,
традиционализм,
гегемонизм, расизм*

В статье исследуется природа этнического национализма (этнонационализма), раскрываются его признаки и характерные черты, прослеживается связь с другими формами национализма. Актуальность исследования данного феномена обусловлена усилением националистической идеологии, которая используется в качестве инструмента, способствующего достижению определённых политических целей. Этнический национализм как социальный феномен и этнический идентификатор выступает в качестве объекта исследования, а предмет исследования – этнонационализм в контексте социальных и политических процессов. Цель исследования заключается в обобщении имеющихся сведений об этническом национализме по философским, политическим и литературным источникам, подтверждение актуальности и востребованности исследуемой темы. Цель определяет задачи исследования, которые состоят в рассмотрении этнического национализма в качестве социального феномена и этнического идентификатора, а также как инструмента политического манипулирования. Методологию исследования составляют принципы объективности, системности, общенаучные и теоретические методы, позволяющие выявить противоречивый характер идеологии и практики этнонационализма. Материалами исследования послужили работы отечественных и зарубежных учёных, посвящённые проблематике этнического национализма. В статье раскрываются факторы, составляющие основу национализма и националистического мировоззрения. Рассматривается социальная природа элитизма, его роль в создании разделительных линий, усиливающих этнический национализм. Подчёркивается значимость и необходимость учёта этнического фактора в политической деятельности в целях минимизации рисков этнонационализма. Исследуются условия, которые придают националистической идеологии определённую содержательность и некоторую привлекательность. Прослеживается востребованность националистической идеологии сферой политики и расширяющимися процессами глобализации. Подчёркивается роль этнонационализма как инструмента политического, экономического и культурного влияния, как фактора, способствующего формированию идентичности и этнической аутентичности. Анализируются составляющие этнического национализма, раскрывается их неоднозначное воздействие на весь спектр социальных отношений.

Review article

Ethnic nationalism – “nevrose nationale”

Marianna D. Napso*North-Caucasus State Academy, Cherkessk, Russia**napso.marianna@mail.ru***Information about the article:**

Received 10 January, 2023

Approved after review
2 November, 2023Accepted for publication
4 November, 2023**Keywords:***ethnic nationalism (ethno-nationalism), civic nationalism, political trend, political practices, idea of superiority, national exclusivity, “ethnic renaissance”, traditionalism, hegemonism, racism*

The article explores the nature of ethnic nationalism (ethno-nationalism), reveals its signs and characteristic features, traces the connection with other forms of nationalism. The relevance of the study of this phenomenon is due to the strengthening of nationalist ideology, which is used as a tool that contributes to the achievement of certain political goals. Ethnic nationalism as a social phenomenon and ethnic identifier acts as the object of the research, and the subject of the research is ethnonationalism in the context of social and political processes. The aim of the study is to summarize the available information about ethnic nationalism from philosophical, political and literary sources, to confirm the relevance and relevance of the topic under study. The purpose defines the objectives of the study, which consist in considering ethnic nationalism as a social phenomenon and ethnic identifier, as well as as an instrument of political manipulation. The methodology of the research consists of the principles of objectivity, consistency, general scientific and theoretical methods that reveal the contradictory nature of the ideology and practice of ethnonationalism. The research materials have become the works of domestic and foreign scientists devoted to the problems of ethnic nationalism. The article reveals the factors that form the basis of nationalism and nationalist worldview. The social nature of elitism and its role in creating dividing lines that strengthen ethnic nationalism are considered. The importance and necessity of taking into account the ethnic factor in political activity in order to minimize the risks of ethnonationalism is emphasized. The conditions that give the nationalist ideology a certain content and some attractiveness are investigated. The relevance of nationalist ideology to the sphere of politics and the expanding processes of globalization is traced. The role of ethno-nationalism as an instrument of political, economic and cultural influence, as a factor contributing to the formation of identity and ethnic authenticity is emphasized. The components of ethnic nationalism are analyzed, their ambiguous impact on the entire spectrum of social relations is revealed.

Введение. Идеология национализма является одной из наиболее востребованных в современном мире. Усиление её влияния связано в первую очередь с нарастающими процессами глобализации, которые изменяют этнический облик народов и национальных групп, трансформируют пространство культуры и традиции. Изменения, которые происходят в лоне культур, актуализируют проблему исследования феномена национализма, являющегося одним из мощных инструментов влияния. В центре научно-исследовательского поиска оказываются вопросы, касающиеся сущности и концептуализации национализма как понятия, анализа социальной природы вызываемых им последствий, формирования идеологием и мифологием, воздействующих на сознание и поведение индивидов. Понимание специфики социально-исторического и политико-экономического контекста, в рамках которого «преобладает» национализм, представляет особый интерес, поскольку национализм (в его общепринятой трактовке) подвергается постоянным трансформациям,

что подтверждается наличием множества его разновидностей и обилием трактовок. Необходимость исследования национализма связана, как с поиском причин его возникновения и распространения, так и с объяснением феномена, получившего название «этнического ренессанса».

Актуальность исследования. Среди многообразия форм национализма особое место принадлежит этническому национализму (или этнонационализму), который, будучи «влиятельным» (а также «привлекательным» для определённого круга лиц) социальным феноменом, является фактором, определяющим современные тренды, как на глобальном, так и на локальном уровне. Глобализация создаёт новое пространство социальных связей и взаимодействий, в которых этнические идентификаторы не только не отвергаются, наоборот, их влияние на политические, экономические и социокультурные процессы усиливается.

Этнический национализм как социальный феномен и этнический идентификатор

выступает в качестве **объекта исследования**, а **предмет исследования** – этнонационализм в контексте социальных и политических процессов.

Цель исследования заключается в обобщении имеющихся сведений об этническом национализме по философским, политическим и литературным источникам, подтверждение актуальности и востребованности исследуемой темы.

Цель определяет **задачи исследования**, которые состоят в рассмотрении этнического национализма в качестве социального феномена и этнического идентификатора, а также как инструмента политического манипулирования.

Методологию исследования составляют принципы объективности, системности, общенаучные и теоретические методы, позволяющие выявить противоречивый характер идеологии и практики этнонационализма.

Материалами исследования послужили работы отечественных и зарубежных учёных, посвящённые проблематике этнического национализма.

Разработанность темы исследования. Процессы утверждения тенденций универсализма и распространение соответствующих практик актуализируют проблематику этничности: народы демонстрируют повышенный интерес к собственной культуре, идентичности, историческому прошлому, памяти, языку, системе обрядов и т. д., играющих важную роль в формировании этнических групп.

В условиях давления или притеснения по принципу национальной принадлежности в действие вступают факторы, призванные защитить многообразие проявлений национальной жизни. Одним из таких факторов является этнический национализм, который используется для достижения различных политических целей [1–8].

Идеология национализма используется как инструмент защиты национальных интересов, как фактор консолидации и объединения, чему способствуют национальные (националистические) движения, призванные отстаивать интересы народов и государства, в целом. Национализм особенно эффективен «в политической сфере..., когда страна нуждается в культурной и социально-политической сплоченности» [Цит. по: 10, с. 20].

В европейской истории (прошлой и современной) существует множество приме-

ров процессов обретения государственной и национальной независимости, проходивших под идеологией национализма. Но национализм нередко выступает как средство преследования других, не соответствующих сформированным критериям, политически и экономически негодных. В таких условиях идея национального превосходства приобретает черты доминирующего тренда, становясь основой для разжигания межнациональной розни, возникновения противостояний разного рода. Транснациональные и транслокальные формы, возникающие в ходе интеграционных взаимодействий и миграционных процессов, уживаются парадоксальным образом с националистической идеологией.

Результаты исследования. Проблематика национализма является одной из широко и всесторонне обсуждаемых тем. Существует множество подходов в объяснении его социальной природы, но исследователи, как отечественные, так и зарубежные, сходятся во мнении, что национализм «есть определенное видение мира или стиль мышления» [Цит. по: 7], это сложный и противоречивый социальный феномен, требующий всестороннего анализа, который возможен на основе систематизации существующих представлений и точек зрения. Необходимость исследования национализма объясняется и тем, что он имеет, с одной стороны, «головокружительное разнообразие форм» [Цит. по: 1], а с другой – является одной из форм политических воззрений и движений. И не только: понятие национализма используется в качестве «политической риторики, провоцирующей... соблазн прибегнуть к софизмам и вызывающей к жизни череду идеологических... и медийных мифологем» [Цит. по: 6, с. 136]. Кроме того, национализм имеет тотальное влияние, что позволило Э. Хобсбауму сформулировать мысль о том, что национализм «парит над нациями» [Цит. по: 4, с. 5].

Основу идеологии этнонационализма составляют возведённые в абсолют идеи национальной исключительности и превосходства. Итогом такого мировоззрения и соответствующей политики становится возникновение конфликтов, антагонизмов, углубляющих и расширяющих пространства противостояний разного рода. История изобилует примерами того, когда те или иные народы объявлялись и продолжают быть самыми великими, «богоизбранными», призванными выполнять миссионерскую и цивилизаторскую миссию, вести народы по путям, которые определены

сильными и лучшими. В такой ситуации одни достойны восхищения и преклонения, а другие – слабые, «неавторитетные» и даже жалкие – должны следовать правилам, «непонятно кем придуманным»¹. Хотя ответ вполне очевиден: речь идёт о западных странах, диктующих свою волю остальному миру. Такая политика и есть этнонационализм в действии, когда наиболее крупные, политически и экономически влиятельные нации и страны ставят в ситуацию подчинения других, не располагающих ресурсами и не имеющих в силу этого возможностей влиять на «ритмы» современной политики и жизни в целом. Именно западная цивилизация, благодаря мощному политическому и экономическому ресурсу, демонстрирует признаки гегемонизма по отношению к другим, она принуждает «все остальные цивилизации пойти в её отношении на такие уступки, на которые они никогда не шли ранее перед лицом какой-то внешней силы» [Цит. по: 12].

Одной из составляющих идеологии национализма является идея элитизма, которая разделяет людей по принципу «свой-чужой». Согласно ему, «свои» оказываются выше и значимее иных, а инаковость не только не воспринимается как очевидный факт, а отбрасывается, с нею не считаются. Собственные же ценности объявляются универсальными, автостереотипы – превосходными, правила – абсолютными для исполнения. Элитизм исходит из того, что одни народы являют собой некий «сад», поскольку являются лучшими во всех отношениях, а потому они призваны руководить остальным миром. Другие – это «джунгли», и, естественно, задачей садовника является придание цивилизованного облика «джунглям» и находящимся в них варварам и дикарям. Для этого они должны быть покорены, в том числе силой универсальных практик, игнорирующих национальные интересы и традиционные ценности.

Этнический национализм исходит из идеи национального превосходства одних народов над другими. В целях продвижения подобных установок в ход идут различные теории, в том числе и биологические, с помощью которых доказывается данное природой господство одних и подчинённо-униженное положение других. Так, этнонационализм приобретает расистские черты, а расизм, как известно,

не только является крайней формой национализма, его «можно рассматривать шире – как общую парадигму отношения западной цивилизации ко всем остальным народам и культурам» [Цит. по: 8]. Если принять во внимание факт того, что идеология национального превосходства родилась на Западе, то становятся понятными истоки расистской идеологии, которую пытаются прикрыть под надуманными западными странами предложениями и доводами, лишёнными объективности и рационализма. Как известно, та или иная форма национализма нередко становится «прикрытием или орудием проникновения на политический рынок» [Цит. по: 9, с. 90] вполне определённых идей, цель которых – манипулирование общественным сознанием. Последние события, связанные с СВО на Украине, подтверждают, что практики колониализма в форме неоколониализма, когда люди иной национальности (и вероисповедания) объявляются неполноценными, а себя причисляют к особо избранным, не перестают быть актуальными и востребованными. Происходит фальсификация объективных процессов и самой реальности, и это обеспечивает влиятельным странам продвигать собственные национальные интересы, игнорируя интересы других народов, что не может не создавать преград, тормозящих развитие. Такая националистическая политика приводит к ещё большей зависимости от Запада, а за лозунгами о помощи и сочувствии скрывается политика диктата, направленная на усиление процессов, способствующих ещё большей деградации народов, находящихся в зависимом положении. Идея исключительности порождает высокомерное отношение к представителям других этносов, а в условиях глобального доминирования сопровождается процессами, связанными с растущей эксплуатацией природных и людских ресурсов других стран, менее влиятельных. Пренебрежительное отношение к другим может приниматься, если оно – в контексте мировоззренческих установок либерализма – способствует развитию экономики и бизнеса, поскольку Запад был и остаётся миром «лавочников», а тренд потребления не только не исчерпал себя, а, наоборот, является движущей силой стран «золотого миллиарда».

Усиливающийся многополярный мир основывается на признании принципов самобытности и уникальности культур, цивилизаций, традиций, и в этом новом миропорядке западный путь развития является одним из

¹ Полный текст обращения Владимира Путина на «Валдае» 27 октября 2022. – URL: <https://www.kp.ru/daily/27463/4668903> (дата обращения: 03.01.2023). – Текст: электронный.

многих, наряду с другими, которые основываются на иных представлениях и подходах в оценке современных реалий. Этнический национализм в таких условиях становится преградой, а особую опасность представляют «национализмы» крупных народов, выступающие в разнообразных формах этноцентризма. Претензии на универсальность собственной традиции (понимаемой в широком смысле), её исключительность наталкиваются на сопротивление со стороны других, для которых национальная идентичность является не просто ценностью, а условием, позволяющим выживать в мире непростых международных коммуникаций. Этнонационализм может выступать средством, позволяющим противостоять тоталитаризму и гегемонизму влиятельных государств, но и в такой ситуации он ставит преграды собственному развитию и прогрессу, а значит – основан на «разрушении подлинной органичной жизни народов, культур и общин» [Цит. по: 8].

Существует мнение о том, что этнонационализм изживает себя, поскольку его сменяют идеологии космополитизма и либерализма. Зёрна рационального в этом, безусловно, есть. Справедливым, наверное, будет утверждение, что национализм сосуществует с ними, поскольку в чистом виде его нет, «реальная политическая история знает лишь его соединения с другими идеологическими проектами» [Цит. по: 2, с. 199]. При этом национализм обретает новые свойства и признаки, хотя в своём сущностном измерении остаётся верен себе. Тем более что национальный – а при определённых условиях националистический – момент присутствует везде и во всём. Анализ различных подходов в трактовке этнонационализма позволяет вести речь о нём как о механизме, способствующем установлению связи между традиционными представлениями о нации и миром модерна. Благодаря этому различия поддерживаются (существует мнение, что «универсализм не вытесняет партикуляризма, а лишь дополняет его» [Цит. по: 3, с. 150]), а что касается культурного разнообразия, оно «должно сохраняться» [Цит. по: 14, с. 17].

Этнический национализм оперирует понятиями, далёкими от правдивости и истинности, поскольку заключающиеся в нём негативные смыслы отрицательно сказываются на характере социальных и межэтнических взаимодействий. Проникая в область чувств, этнонационализм формирует комплекс мифологем, которыми оперируют для

достижения различных целей, в том числе и политического характера. Миф, как известно, «воспринимается гораздо легче, глубже и полнее» [Цит. по: 15, с. 197], поэтому национальные мифы имеют некоторую привлекательность, особенно когда речь идёт об историческом прошлом, которое мифологизируется, героизируется, в нём ищут ответы на многие вопросы современной жизни. Мифы, как известно, создают иллюзии разного рода, а иллюзорность обладает свойством негативной оценки и деструкции социальных явлений, в том числе политических и этнических. Наслаиваясь на объективные процессы, связанные с игнорированием национальных интересов и потребностей, национализм приводит к деформациям разного рода.

Проблематика этнического национализма особенно актуальна для многонациональных обществ и государств, для малочисленных народов. С ростом социальной напряжённости и возникновением социальных угроз этнонационализм апеллирует к национальным идентификаторам – национальным чувствам, национальной гордости, ко всем атрибутам, характеризующим целостность национальной жизни, приобретает черты, которые нарушают её единство. Этнический национализм в таких условиях опирается на этноцентризм, использование и разжигание идей национального превосходства и исключительности. Происходит конфликт между установками гражданского национализма, утверждающего приоритет гражданских, государственных ценностей, и этнонационализма, ориентированного на защиту интересов этнической общности. Причём защита национальных интересов может приобретать радикальные черты – в формах ксенофобии, экстремизма, сепаратизма, угрожающих целостности и государства, и этнической общности. Подлинный гражданский национализм предполагает и основывается на признании и сохранении культурной и национальной идентичности и самосознания, что способствует процессам интеграции и национально-государственного единения, составляющим основу политической деятельности.

Условием преодоления конфликтов, возникающих на почве этнического национализма, является взвешенная политика, исходящая из признания важности и ценности национальных культур и традиций. Игнорирование этнических различий, абсолютизация трендов, нивелирующих национальную специфику, всегда наталкивается на противодействие со стороны народов, в том чис-

ле и в формах, создающих угрозы практикам совместного существования. В современном мире примеров того, когда национальные аспекты бытия народов игнорируются (или же отбрасываются), нивелируются, утрачиваются, как по объективным, так и субъективным причинам, более чем достаточно. Данное обстоятельство не может не порождать националистических настроений: начинаются поиски виновных, которых большей частью находят в представителе другого народа: «если вокруг него соберется достаточное количество таких же жертв, что и он сам, рождается национализм» [Цит. по: 5].

В реальных или воображаемых прегрешениях обвиняется другой или чужой, как, в частности, Россия, с точки зрения украинских идеологов: во всем видится «рука Кремля», повсюду русские шпионы, агенты, хакеры, иными словами – русский след. Эти русофобские и националистические «мантры» внедряются в массовое сознание, как украинского, так и западного человека, которое оказывается наполненным иллюзиями и мифологемами разного рода, в том числе и относительно безграничных возможностей России в решении вопросов, ею же порождаемых и навязываемых другим. Но, как известно, «русские не мнят себя избранным народом, им не присуще представление о себе как об исключительном» [Цит. по: 13] народе. Такие свойства русского характера, как коллективизм и солидарность, особое восприя-

тие принципов справедливости и равенства, составляющие основу русского и российского менталитета, опровергают создаваемые «фейки» и ложные представления о русском человеке и россиянах, в целом.

Выводы. Известные слова о том, что «история учит тому, что она ничему не учит», подтверждается реалиями современной жизни. Эволюция идеологии национализма и последствия, к которым она приводила и приводит, в очередной раз показывает, что пришло время не разбрасывать, а собирать камни: националистический тренд всё больше наталкивается на противодействие со стороны участников глобальных взаимодействий. Когда с помощью этнонационализма пытаются противостоять угрозам современной цивилизации, защитить независимость, права и свободы, возрастают угрозы и множатся риски. Практика показывает, что суверенность дается с большим трудом и ценой немалых усилий, более того – она подвергается атакам разного рода – геополитическим, экономическим, идеологическим, противостоять которым становится всё сложнее. Национализм по-прежнему остается силой, не объединяющей, а разъединяющей народы. Ф. Ницше определил его как «болезнь и безумие, которые только возможны. Национализм, эта *nevrose nationale*, которой больна Европа...» [Цит. по: 11, с. 48]. Эти слова великого немецкого философа не потеряли своей актуальности и сегодня, в XXI в.

Список литературы

1. Бройн Дж. Подходы к изучению национализма (текст). URL: https://travellingsscience.blogspot.com/2013/11/blog-post_9504.html (дата обращения: 03.01.2023). Текст: электронный.
2. Вахитов Р. Р. Национализм и интернационализм: два лика модерна // *Власть*. 2021. № 1. С. 198–207.
3. Волгогонова О., Татаренко И. Этническая идентификация русских, или искушение национализмом // *Мир России*. 2001. № 2. С. 149–166.
4. Гаджиев К. Национализм в роли идеологии // *Власть*. 2012. № 11. С. 4–8.
5. Геллнер Э. Нации и национализм. М., 1991. 320 с. URL: <https://www.libfox.ru/442214.html> (дата обращения: 06.01.2023). Текст: электронный.
6. Гельфонд М. Л., Мищук О. Н. Философско-терминологический анализ понятия «национализм». Текст: электронный // *Известия Тульского государственного университета. Гуманитарные науки*. 2022. № 2. С. 136–145. URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=25780> (дата обращения: 06.01.2023).
7. Гринфельд Л. Национализм. Пять путей к современности. URL: <https://docs.yandex.ru/docs> (дата обращения: 06.01.2023). Текст: электронный.
8. Дугин А. Национализм: преступная фикция и идеологический тупик. URL: <https://katehon.com/ru/article> (дата обращения: 07.01.2023). Текст: электронный.
9. Ильченко Д. А., Смирнова Н. П. Проблема национализма на современном этапе развития общества. Текст: электронный // *Право и современные государства*. 2015. № 1. С. 87–98. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n> (дата обращения: 07.01.2023).
10. Никитина Т. А., Терентьева И. А. Национализм в контексте политологического анализа // *Вестник Поволжского института управления*. 2017. Т. 17, № 3. С. 19–24.
11. Ницше Ф. *Esse homo, как становятся самим собой*. 54 с. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm> (дата обращения: 08.01.2023). Текст: электронный.

12. Roberts J. M. The Triumph of the West. URL: <https://www.overdrive.com/media/61507> (дата обращения: 08.01.2023). Текст: электронный.
13. Тренин Дм. Какое будущее открыла для России спецоперация на Украине. URL: <http://4pera.com/news/analytics> (дата обращения: 08.01.2023). Текст: электронный.
14. Трубина Е. Г. Культурное разнообразие и неолиберальный национализм: к постановке проблемы // Вестник Томского государственного университета. История. 2015. № 5. С. 16–24.
15. Шаров К. Проблема классификации этнического национализма // Антропологический форум. 2006. № 5. С. 194–211.

References

1. Broji J. Approaches to the study of nationalism (text). Web. 03.01.2023. https://travellingscience.blogspot.com/2013/11/blog-post_9504.html. (In Rus.).
2. Vakhitov R. R. Nationalism and internationalism: two faces of modernity. Power, no. 1, pp. 198–207, 2021. (In Rus.).
3. Volkogonova O., Tatarenko, I. Ethnic identification of Russians, or the temptation of nationalism. The world of Russia, no. 2, pp. 149–166, 2001. (In Rus.).
4. Gadzhiev K. Nationalism in the role of ideology. Power, no. 11, pp. 4–8, 2012. (In Rus.).
5. Gellner E. Nations and nationalism. M., 1991. 320 p. Web. 06.01.2023. <https://www.libfox.ru/442214html>. (In Rus.).
6. Gelfond M. L., Mischuk O. N. Philosophical and terminological analysis of the concept of “nationalism”. News of the Tula State University. Humanities, no. 2, pp. 136–145, 2022. (In Rus.).
7. Grinfeld L. Nationalism. Five paths to modernity. Web. 06.01.2023. <https://docs.yandex.ru/docs>. (In Rus.).
8. Dugin A. Nationalism: criminal fiction and ideological deadlock. Web. 07.01.2023. <https://katehon.com/ru/article>. (In Rus.).
9. Ilchenko D. A., Smirnova N. P. The problem of nationalism at the present stage of society development. Law and modern States, no. 1, pp. 87–98, 2015. (In Rus.).
10. Nikitina T. A., Terentyeva I. A. Nationalism in the context of political analysis. Bulletin of the Volga Institute of Management, vol. 17, no. 3, pp. 19–24, 2017. (In Rus.).
11. Nietzsche F. Esse homo, how they become themselves. 54 p. Web. 08.01.2023. <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm>. (In Rus.).
12. Roberts J. M. The Triumph of the West. Web. 08.01.2023. <https://www.overdrive.com/media/61507>. (In Eng.).
13. Trinin Dm. What a future the special operation in Ukraine has opened for Russia? Web. 08.01.2023. <http://4pera.com/news/analytics>. (In Rus.).
14. Trubina E. G. Cultural diversity and neoliberal nationalism: towards the formulation of the problem. Bulletin of Tomsk State University. History, no. 5, pp. 16–24, 2015. (In Rus.).
15. Sharov K. The problem of classification of ethnic nationalism. Anthropological Forum, no. 5, pp. 194–211, 2006. (In Rus.).

Информация об авторе

Напсо Марианна Давлетовна, д-р социол. наук, профессор, Северо-Кавказская государственная академия, г. Черкесск, Россия; napso.marianna@mail.ru. Область научных интересов: социология образования, социология политики, социология экономики, политические отношения, политические институты и процессы.

Information about the author

Napso Marianna D., doctor of sociological sciences, professor, North-Caucasus state academy, Cherkessk, Russia; napso.marianna@mail.ru. Research interests: education sociology, policy sociology, economy sociology, political relations, political institutes and processes.

Для цитирования

Напсо М. Д. Этнический национализм – “nevrose nationale” // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 4. С. 132–138. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-132-138.

For citation

Napso M. D. Ethnic nationalism – “nevrose nationale” // Transbaikal State University Journal. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 132-138. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-132-138.

Научная статья
УДК 324
DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-139-149

Сетевой контент кандидатов в губернаторы субъектов Сибирского федерального округа: особенности содержания в избирательной кампании 2023 года

Елена Викторовна Матвеева¹, Алиса Владимировна Алагоз²

^{1, 2}Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, г. Кемерово, Россия

¹mev.matveeva2020@yandex.ru, ²aliscristall@mail.ru

Информация о статье:

Статья поступила
в редакцию 17.09.2023

Одобрена после
рецензирования 08.11.2023

Принята к публикации
10.11.2023

Ключевые слова:

интернет-коммуникации,
губернаторы,
сетевой контент
региональных политиков,
медиаактивность
политиков, социальные
сети; сетевой анализ,
избирательная кампания
2023, выборы, регион;
Сибирский федеральный
округ

Актуальность исследования обусловлена высокой динамикой развития сетевого общества в Российской Федерации. В качестве объекта исследования рассмотрен сетевой контент кандидатов в губернаторы субъектов Сибирского федерального округа. Предмет исследования заключался в изучении особенностей ведения сетевого контента кандидатами в губернаторы субъектов Сибирского федерального округа. Целью исследований являлось выявление региональных особенностей ведения сетевого контента кандидатами в губернаторы в период проведения избирательной кампании 2023 г. на примере субъектов Сибирского федерального округа. Основными задачами исследований выступили: обзор научных публикаций, определение медиаактивных политиков в социальных сетях, выявление тактики ведения сетевого контента в аккаунтах кандидатов в губернаторы, внесение предложений по совершенствованию работы политиков в ведении контента в социальных сетях. В качестве методов исследования применялись: метод сетевого анализа, контент-анализ, семантический анализ, общенаучные методы (метод системного анализа, метод синтеза, индукции и дедукции) и методологические подходы (системный и сравнительный подходы). Выявлены политики с наибольшей и наименьшей медиаактивностью, а также регионы, где наблюдается высокий уровень противостояния между кандидатами (Красноярский край и Республика Хакассия). Определено, что большинство политиков придерживается традиционной тактики наполнения сетевого контента, связанного с решением приоритетных задач социально-экономического развития региона. Отдельные кандидаты используют тактику проведения культурно-массовых мероприятий, показывая, таким образом, сплочение общества вокруг своего лидера. Полученные практические результаты будут способствовать расширению технологий ведения социальных сетей региональными политиками, а также их следует учитывать при прогнозировании результатов избирательных кампаний.

Original article

Network Content of Candidates for Governor of the Siberian Federal District: Features Contents in the 2023 Election Campaign

Elena V. Matveeva¹, Alice V. Alagoz²

^{1, 2}Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russia

¹mev.matveeva2020@yandex.ru, ²aliscristall@mail.ru

Information about the article:

Received 17 September, 2023

Approved after review
8 November, 2023

Accepted for publication
10 November, 2023

The relevance of the study is due to the high dynamics of development of the network society in the Russian Federation. The main object of the study is the network content of candidates for governors of the constituent entities of the Siberian Federal District. The subject of the study is the peculiarities of maintaining network content by candidates for governors of the constituent entities of the Siberian Federal District. The purpose of the article is to identify regional features of maintaining online content by gubernatorial candidates during the 2023 election campaign using the example of the subjects of the Siberian Federal District. The main objectives of the article are: review of scientific publications, identification of media active politicians in social networks, identification of tactics for maintaining network content in the accounts of gubernatorial candidates, making proposals for improving the work of politicians in maintaining content in social networks. As research methods, the method of network analysis, content analysis, semantic analysis, general scientific

Keywords:

Internet communications, governors, network content of regional politicians, media activity of politicians, social media, network analysis, election campaign 2023, elections, region, Siberian Federal District

methods (method of system analysis, method of synthesis, induction and deduction) and methodological approaches (systemic and comparative approaches) have been used. Politicians with the greatest and least media activity were identified, as well as regions where there is a high level of confrontation between candidates (Krasnoyarsk Territory and the Republic of Khakassia). The study has showed that the majority of politicians adhere to the traditional tactics of filling network content on their accounts related to solving priority problems of the social and economic development of the region. A number of candidates use the tactics of creating a single cultural space through cultural events, thus demonstrating the unity of society lined up behind its leader. The practical results obtained will contribute to the expansion of technologies for maintaining social networks by regional politicians, and they should also be taken into account when predicting the results of election campaigns.

Введение. Интернет-пространство представляет сегодня одну из динамично развивающихся сфер российского общества с высокой динамикой изменений нормативно-правовой базы, развитием самих инновационных технологических нововведений в форме искусственного интеллекта и IT-технологий, появлением новых функций в перечне возможностей в социальных сетях и мессенджерах, динамикой востребованности среди пользователей социальных сетей (включая время нахождения в социальных сетях с помощью мобильных устройств). Сетевизация общества несёт в себе и сопутствующие изменения в политической сфере, которая не может развиваться как самостоятельная среда для «избранных» (политическая элита), а приобретает всё новые проявления цифровой реальности, где существенное место начинает играть внедрение в политические процессы цифровых технологий.

Одним из нововведений в политической сфере становится внедрение в повседневную жизнь человека дистанционного участия в избирательных кампаниях, которое не требует изменения локации человека в территориальном пространстве, а для осуществления своего гражданского права по избранию должностных лиц в органы власти избирателю достаточно наличие любого гаджета с выходом в сеть Интернет. Получив свою первоначальную апробацию в сентябре 2019 г. на выборах в Московскую городскую думу (сама процедура была апробирована в России ещё в 2000-е гг.), дистанционное электронное голосование (ДЭГ) в текущем избирательном цикле в сентябре 2023 г. применялось в 25 регионах Российской Федерации, из которых впервые в 18 регионах (среди регионов Сибирского федерального округа – это Новосибирская область, Томская область, Алтайский край)¹.

¹ Мисливская Г. Онлайн-голосование пройдет в 25 регионах, расположенных в пяти часовых поясах. –

Наряду с распространением ДЭГ отметим и такой весьма значимый аспект развития интернет-пространства, заключающийся в том, что сеть Интернет становится средством не только неформального общения пользователей социальных сетей, но и официальным средством интернет-коммуникации между политиками и пользователями сетей. При этом возможная инертность, пассивность и даже апатия ко всему политическому в офлайн пространстве общества нивелируется и приобретает формы гражданского активизма в социальных сетях (онлайн формы), становясь мощным ресурсом (включая оппозиционный потенциал) воздействия на власть и принятие управленческих решений [11; 12; 16; 17].

Актуальность исследования обусловлена значимостью проведения политического анализа сетевого контента кандидатов в губернаторы субъектов Сибирского федерального округа при изучении одной из важнейших сторон деятельности политиков – интернет-коммуникации с пользователями социальных сетей в период избирательной кампании сентября 2023 г. Высокая динамика развития сетевого общества в Российской Федерации, а вместе с этим запрос федерального центра к регионам в выстраивании качественной информационной политики ставит задачу перед каждым политиком в потребности ведения социальных сетей. Нельзя не отметить и тот факт, что среди всех субъектов политики наибольшее внимание со стороны населения привлекает сетевой контент губернаторов, интерес к которому возрастает в периоды избирательных кампаний. Формат обращения кандидатов в губернаторы к населению и смысловое наполнение постов контента фактически позволяют прогнозировать возможные перспективы развития региона на

URL: <https://rg.ru/2023/06/07/online-golosovanie-projdet-v-25-regionah-raspolozhennyh-v-piati-chasovyh-poiasah.html> (дата обращения: 18.08.2023). – Текст: электронный.

весь период избрания конкретного кандидата губернатором.

Потенциал использования социальных сетей как вида интернет-коммуникаций в сфере политики весьма многоаспектен. Непосредственно сетевой контент губернаторов направлен на решение следующих политических задач: информационное сопровождение текущей федеральной и региональной повестки; доведение до общества приоритетов регионального и муниципального развития в рамках конкретного региона (экономика, образование, здравоохранение, социальная сфера, культура, спорт); средство решения социальных проблем населения, своевременное реагирование на латентные кризисные ситуации и риски в системе муниципальных образований; в периоды избирательных кампаний инструмент по продвижению среди пользователей социальных сетей политических программ и конкретных социально-экономических задач, решению которых намерен уделить внимание политик.

Объект исследования – сетевой контент кандидатов в губернаторы субъектов Сибирского федерального округа. **Предмет** – особенности ведения сетевого контента кандидатами в губернаторы субъектов Сибирского федерального округа в период избирательной кампании 2023 г.

Цель исследований – выявить региональные особенности ведения сетевого контента кандидатами в губернаторы в период проведения избирательной кампании 2023 г. на примере субъектов Сибирского федерального округа.

В этой связи основными исследовательскими задачами выступили:

- осуществить обзор научных публикаций, связанных с изучением политических коммуникаций и политических интернет-коммуникаций в региональном медиaprостранстве;

- провести выгрузку количественных данных из числа подписчиков в социальных сетях «ВКонтакте», «Телеграмм», «Одноклассники» для определения медиаактивности политиков;

- с помощью семантического анализа контента наиболее медиативных политиков определить топы ключевых слов в постах телеграмм-каналов политиков;

- выявить тактику ведения сетевого контента в аккаунтах кандидатов в губернаторы на примере субъектов Сибирского федерального округа;

- внести предложения по совершенствованию работы политиков в ведении контента в социальных сетях.

Методологию и методы исследования составили метод сетевого анализа, контент-анализ, семантический анализ, общенаучные методы (метод системного анализа, метод синтеза, индукции и дедукции) и методологические подходы, в частности, системный и сравнительный подходы.

В качестве основного метода исследования применялся метод сетевого анализа аккаунтов региональных политиков, участвующих в выборах на должность губернатора в регионах Сибирского федерального округа. Хронологические рамки исследования (замер, обработка и анализ данных) охватывали агитационный период избирательной кампании кандидатов в губернаторы с 12 августа по 31 августа 2023 г.

Применение метода сетевого анализа определялось первоначально полученными данными о количестве подписчиков в аккаунтах политиков в результате нескольких хронологических замеров (14 июня – начало регистрации кандидатов, с 12 августа – агитационный период кандидатов) с помощью метода контент-анализа. Результаты контент-анализа позволили определить наиболее медиаактивных кандидатов в каждом субъекте СФО.

Для создания сетевых графов проведен семантический анализ, в ходе которого обработаны большие данные (Big Data) с последующей выгрузкой дата-сет сообщений в аккаунтах политиков. Получены топ-10 наиболее часто повторяемых ключевых слов и определены связи между ними в формате узел – ребра. Визуализация полученных топ-10 ключевых слов представлена по отдельным кандидатам (в основе выборки был положен принцип наивысшей медиаактивности политика, включая количество подписчиков в социальных сетях) в виде сетевых графов.

Разработанность темы. Проблема социальных сетей в политической науке берет начало с работ теоретиков, занимавшихся изучением феномена политических коммуникаций и политических интернет-коммуникаций. Непосредственно исследования политической коммуникации относятся к середине – второй половине XX в. и связаны с представителями двух подходов. Кибернетический подход (К. Шеннон, У. Уивер, Н. Винер, К. Дойч и др.) рассматривает коммуникацию как линейный однонаправленный процесс по

перемещению информации. Представители символического подхода (У. Эко, П. Бурдьё, Ю. Лотман и др.), в свою очередь анализируют символические элементы в коммуникационных процессах. У. Эко коммуникация воспроизводится через знаковые системы. Причём затрагивая культурную сферу, У. Эко фактически позволяет переносить знаки на различные сферы общества, включая политику¹. Ю. Лотман рассматривает коммуникацию сквозь призму разработанных им коммуникационных моделей – «Я – Он» и «Я – Я», где вторая модель акцентирует внимание на сообщении, которое в ходе процесса передачи информации обретает новый смысл при этом носитель информации не меняется².

Вопросы политических интернет-коммуникаций представлены в настоящее время существенным научным заделом, начиная с теорий сетевого общества Д. Белла, Э. Тоффлера, М. Кастельса, М. Маклюэна, заканчивая исследованиями современных зарубежных и российских учёных [2; 10; 19–21]. М. Н. Грачев рассматривает политическую интернет-коммуникацию как процесс обмена информацией, применяемую в вопросах «борьбы за власть и её осуществление»³. С. В. Володенков уделяет внимание воздействию на интернет-коммуникации информационных технологий, которые определяют в результате функциональность осуществляемой коммуникаций [3, с. 114]. В зарубежных исследованиях рассматриваются вопросы возрастания влияния феномена социальной сложности на интернет-коммуникации (Д. Дзола), механизмы работы социальных сетей (Р. Хойслинг) и др.⁴

Проблематике изучения интернет-коммуникаций губернаторов чаще всего уделяется внимание в рамках отдельных регионов. Тематическая направленность исследований отражает происходящие в последние годы процессы внутри страны и за её пределами

¹ Эко У. Отсутствующая структура. Введение в семиологию / пер. с итал. В. Г. Резник, А. Г. Погоняйло. – СПб.: Симпози-ум, 2006. – 538 с.

² Лотман Ю. М. Внутри мыслящих миров. Человек – текст – семиосфера – история. – М.: Языки рус. культуры: Кошелев, 1996. – 447 с.

³ Грачев М. Н. К вопросу об определении понятий «политическая коммуникация» и «политическая информация» // Вестник Российского университета дружбы народов. – 2003. – № 4. – С. 37.

⁴ Дзола Д. Демократия и сложность: реалистический подход / пер. с англ. А. А. Калинина. – М.: Высшая школа экономики, 2010. – 320 с.; Хойслинг Р. Социальные процессы как сетевые игры. Социологические эссе по основному аспекту сетевой теории. – М.: Логос-Альтера, 2003. – 191 с.

(COVID-19, СВО) [1; 8; 13], уделяется внимание имиджевой составляющей региональных политиков [4; 6; 9; 15]. В отдельных исследованиях авторы делают акцент на формах коммуникации между властью и обществом с помощью социальных сетей, проводят анализ каналов «обратной связи» как механизма по взаимодействию власти и пользователей социальных медиа [5; 7; 14; 18].

Проведённый обзор степени разработанности проблемы показывает, что представленный перечень публикаций не отражает все стороны рассматриваемой проблемы в силу привязки к конкретным территориальным границам и рассмотрению политических программ кандидатов в определённый хронологический период времени. Кроме того, высокая динамика в развитии информационных технологий и информационной политики требует оперативного реагирования на происходящие изменения.

Результаты исследования. В качестве материалов исследования выступили данные медиаактивности политиков за рассматриваемый период в наиболее востребованных у политиков социальных сетях – «ВКонтакте», «Телеграмм» и «Одноклассники»⁵. Выгрузка количественных данных из числа подписчиков в трёх отмеченных ранее социальных сетях производилась на 20 августа 2023 г. (табл. 1).

Полученные данные показывают рост интереса со стороны пользователей к аккаунтам политиков в социальной сети «Телеграмм» в период регистрации кандидатов губернаторы с 14 июня по 11 августа 2023 г. (падение числа пользователей на 77 чел. только у Андрея Травникова). В период проведения агитационной кампании с 12 августа 2023 г. положительная динамика наблюдается у 3-х кандидатов (Михаил Котюков, Сергей Цивилев и Виталий Хоценко). При этом, если в случае с врио главы Красноярского края Михаилом Котюковым и врио главы Омской области Виталием Хоценко данная тенденция объяснима интересом населения к новым политическим акторам и их предвыборным программам, то относительно телеграмм-канала главы Кузбасса Сергея Цивилева «Цивилев. Live» данный рост можно объяснить результатом хорошо организованной избирательной кампании политтехнологами консалтинговой группы «Полилог».

⁵ Создатели смыслов. – URL: <https://cpkr.ru/issledovaniya/budushchee/sozdateli-smyslov/> (дата обращения: 12.08.2023). – Текст: электронный.

Таблица 1 / Table 1

Количество подписчиков кандидатов в губернаторы в социальных сетях, чел. / Number of subscribers of candidates for governor in social networks, people¹

Кандидат / Candidate	Партия / Party	«ВКонтакте» / «VKontakte»	«Телеграмм» / «Telegram»	«Одноклассники» / «Classmates»
1. Кемеровская область – Кузбасс / Kemerovo Region – Kuzbass				
Сергей Цивилев / Sergey Tsvilev	«Единая Россия» / «United Russia»	97 700	44 484	35 092
Станислав Карпов / Stanislav Karпов	ЛДПР / LDPR	1 078	203	527
Екатерина Грунтова / Ekaterina Gruntova	КПРФ / KPRF	2 692	-	-
Юрий Скворцов / Yuri Skvortsov	«Справедливая Россия – Патриоты – За правду» / «Fair Russia – Patriots – For the Truth»	5 648	-	-
2. Новосибирская область / Novosibirsk region				
Андрей Травников / Andrey Travnikov	«Единая Россия» / «United Russia»	29 000	16 995	11 709
Роман Яковлев / Roman Yakovlev	КПРФ / KPRF	3 469	-	2 236
Евгений Лебедев / Evgeny Lebedev	независимый / independent	3 547	-	1 250
Владислав Плотников / Vladislav Plotnikov	«Справедливая Россия – Патриоты – За правду» / «Fair Russia – Patriots – For the Truth»	5 124	6	1 114
3. Красноярский край / Krasnoyarsk Territory				
Михаил Котоков / Mikhail Kotukov	«Единая Россия» / «United Russia»	18 213	54 200	3 705
Александр Глисков / Alexander Glistkov	ЛДПР / LDPR	17 016	4 850	5 918
Ирина Иванова / Irina Ivanova	«Зеленые» / «Green»	-	-	-
Андрей Новак / Andrey Novak	КПРФ / KPRF	-	-	-
Максим Маркерт / Maxim Markert	«Справедливая Россия – Патриоты – За правду» / «Fair Russia – Patriots – For the Truth»	-	-	-
4. Республика Хакассия / Republic of Khakassia				
Валентин Коновалов / Valentin Konovalev	КПРФ / KPRF	35 294	3 813	16 105
Сергей Сокол / Sergey Sokol	«Единая Россия» / «United Russia»	12 788	2 630	-
Владимир Грудинин / Vladimir Grudinin	«Коммунисты России» / «Communists of Russia»	8 195	107	-
Михаил Молчанов / Mikhail Molchanov	ЛДПР / LDPR	3 032	618	-
5. Алтайский край / Altai Region				
Виктор Томенко / Victor Tomenko	«Единая Россия» / «United Russia»	7 200	21 400	4 706
Евгения Боровикова / Evgeniya Borovikova	«Справедливая Россия – Патриоты – За правду» / «Fair Russia – Patriots – For the Truth»	4 403	324	2 623
Сергей Булаев / Sergey Bulaev	ЛДПР / LDPR	4 655	154	4
Сергей Малинкович / Sergey Malinkovich	«Коммунисты России» / «Communists of Russia»	727	437	54
Елена Хрусталева / Elena Khrustaleva	«Партия пенсионеров» / «Party of Pensioners»	-	-	58
6. Омская область				
Виталий Хоценко / Vitaly Khozenko	«Единая Россия» / «United Russia»	80771	37 125	12 418
Максим Макаленко / Maxim Makalenko	ЛДПР / LDPR	5 784	153	-
Андрей Алехин / Andrey Alekhine	КПРФ / KPRF	1 107	-	280
Владимир Казанин / Vladimir Kazanin	«Коммунисты России» / «Communists of Russia»	479	136	326

¹ Здесь и далее в статье все таблицы составлены авторами.

Согласно полученным данным, среди зарегистрированных кандидатов в губернаторы СФО (26 политиков) не ведут ни одну социальную сеть четыре кандидата (либо профиль имеющейся сети закрыт как в случае с кандидатом от партии КПРФ в Кузбассе Екатериной Грунтовой). Практически все они являются кандидатами, не представляющими реальной конкуренции врио губернатору Красноярского края Михаилу Котюкову. В определённой мере о конкретной борьбе или, по крайней мере, о высокой степени противостояния между кандидатами можно говорить применительно к двум регионам – Красноярскому краю (между Михаилом Котюковым «Единая Россия» и Александром Глисковым ЛДПР) и Республике Хакасия (Валентин Коновалов КПРФ и Сергей Сокол «Единая Россия»). Данные по остальным субъектам РФ показывают низкий уровень предвыборной конкуренции, о чём свидетельствует, в частности, охват населения через социальные сети. По партийной принадлежности все кандидаты-лидеры по ко-

личеству подписчиков за исключением Валентина Коновалова (КПРФ) являются членами партии «Единая Россия».

Медиаактивность кандидатов в губернаторы рассмотрена по такому индикатору как прирост числа пользователей в социальной сети «Телеграмм». В каждом из регионов СФО выделено по одному кандидату с наибольшей активностью (табл. 2).

Проведённый анализ семантической направленности телеграмм-каналов по приросту пользователей среди кандидатов на примере трех кандидатов в губернаторы (Михаил Котюков, Виталий Хоценко, Сергей Цивилев) за период с 12 по 31 августа 2023 г. позволил получить следующие тематические блоки в виде топ-10 ключевых слов. Принцип выборки дата-сет сообщений включал в себя анализ топа сообщений, получивших наибольшее количество реакций и просмотров пользователей социальной сети «Телеграмм». Сетевой граф кандидата в губернаторы Кузбасса Сергея Цивилева¹ представлен на рис. 1.

Таблица 2 / Table 2

Количество подписчиков медиаактивных кандидатов в губернаторы в социальной сети «Телеграмм», чел. / Number of subscribers of media-active candidates for governor in the Telegram social network, people

Кандидат / Candidate	Количество подписчиков / Number of subscribers		
	14 июня	12 августа	20 августа
Михаил Котюков / Mikhail Kotyukov	50 161	53 964	54 200
Сергей Цивилев / Sergey Tsivilev	19 127	25 184	44 484
Виталий Хоценко / Vitaly Khotsenko	27 674	35 765	37 125
Андрей Травников / Andrey Travnikov	17 092	17 015	16 995
Виктор Томенко / Victor Tomenko	20 814	21 391	21 400
Валентин Коновалов / Valentin Kononov	3 181	3 672	3 813



Рис. 1. Сетевой граф семантической направленности постов кандидата в губернаторы Сергея Цивилева / Fig. 1. Network graph of semantic orientation of Sergey Tsivilev posts as a candidate for governor

¹ Все узлы, включая названия населённых пунктов, указываются с маленькой буквы согласно выгрузке из программы обработки дата-сет сообщений.

Основным узлом в сетевом графе Сергея Цивилева (как и у других политиков) является сам кандидат. В качестве смысловых блоков разной цветовой гаммой выделены две ключевые тематические линии: 1) проведение в Кузбассе музыкального фестиваля «Русское лето. ЗаРоссию» и гала-концерта конкурса «ПесниЗаРодину» (ключевые слова – «музыкальный», «фестиваль»); 2) организация и проведение межрегиональных соревнований «Кубок Защитников Отечества» для ветеранов СВО (ключевые слова – «кубок», «участник», «спорт», «защитник», «отечество»). Отдельно отмечены такие ключевые слова, как «губернатор», «Кемерово», «Кузбасс», которые фактически являются основополагающими в постинге политика. Сетевой граф Сергея Цивилева, исходя из тематических блоков, целенаправленно уходит от обращения в агитационный период к острым социально-экономическим проблемам (хотя их решение продолжается). При этом достаточно активно в телеграмм-канале публикуются посты, связанные не просто с темой проведения СВО, а с дальнейшим процессом по расширению мер поддержки к участникам СВО через реализацию новых культурно-массовых проектов, позволяющих сплотить разные социальные группы общества вокруг темы патриотизма.

Сетевой граф кандидата в губернаторы Омской области Виталия Хоценко имеет несколько иную направленность (рис. 2).

Кандидат в губернаторы Виталий Хоценко старается максимально привлечь элек-



Рис. 2. Сетевой граф семантической направленности постов кандидата в губернаторы Виталия Хоценко / **Fig. 2.** Network graph of semantic orientation of Vitaly Khotenko posts as a candidate for governor

торат к своей политической повестке путём выделения основных социально-экономических приоритетов, на решение которых будет направлена его работа в должности главы региона. Причем политик старается в своих постах обратить внимание на федеральную значимость и поддержку федерального центра своих инициатив, поддержку со стороны Генерального совета партии «Единая Россия», крупного бизнеса в регионе. Значимое место в постах отводится федеральному финансированию на реализацию проектов. В числе поддержанных проектов кандидата на федеральном уровне позиционируются в рамках презентации политика такие, как выделение средств на развитие инфраструктуры детского отдыха, приоритетные задачи по развитию АПК как ведущей отрасли региона, строительство социальных объектов и газификация региона.

В сетевом графе это представлено в рамках двух тематических блоков – тематика, связанная с региональным развитием (ключевые слова – «область», «город», «регион»), и федеральная тематика контента, направленная на развитие Омской области (ключевые слова – «федеральный», «рубль», «правительство» и др.)

Основным тематическим наполнением сетевого графа кандидата в губернаторы Красноярского края Михаила Котюкова является ориентация политика на интересы каждого жителя Красноярска, Минусинска и других населённых пунктов Красноярского края (рис. 3).



Рис. 3. Сетевой граф семантической направленности постов кандидата в губернаторы Михаила Котюкова / **Fig. 3.** Network graph of semantic orientation of Mikhail Kotyukov posts as a candidate for governor

Ключевые темы аккаунта политика сконцентрированы на таких словах, как «город», «Минусинск», «житель», «человек» и др. В своих постах Михаил Котюков затрагивает вопросы встреч с главами муниципалитетов по вопросу выстраивания траекторий социально-экономического развития территорий; рассказывает о распоряжении по сокращению численности госаппарата в регионе; поздравляет жителей с днём физкультурника, при этом пишет, что спорт важен, как лично для него, так и всё большего количества жителей края, выбирающих здоровый образ жизни; подчёркивает значимость проведения культурных мероприятий в рамках подготовки к празднованию 100-летия со дня рождения Виктора Астафьева. Как и в постах, у Виктора Хоценко присутствует сходство в формате раскрытия новостного контента через призму поддержки реализуемых решений со стороны федерального центра. Но при этом, как мы отметили ранее, данная поддержка менее выражена и главное внимание обращено на реализацию интересов красноярцев.

Таким образом, сетевой контент у большинства рассмотренных медиаактивных политиков показывает, что особое место отводится решению социально-экономических задач в сфере культуры, АПК, спорта и т. д. Такой вектор ведения контента вполне оправдан, т. к. позволяет пользователям увидеть и оценить основные приоритеты в развитии региона и с учётом вышеобозначенных тем внести свои предложения через каналы «обратной связи» (лайки, комментарии, репосты, просмотры) на опубликованные посты.

Менее выраженной особенностью на фоне ранее отмеченной выглядит деятельность отдельных региональных политиков, которые выдвинуты, как правило, партией «Единая Россия» на второй срок и делают акцент не на своих результатах работы в регионе, а на реализации крупных культурно-массовых мероприятий, подчёркивая одновременно свою поддержку государственного курса страны, и акцентируя внимание общества на том, что ранее таких масштабных мероприятий в регионе попросту не проводилось (кандидат в губернаторы Кемеровской области – Кузбасса Сергей Цивилев). В результате делается ставка на консолидацию общества под эгидой конкретных проектов, консолидация населения вокруг патриотических ценностей государства, демонстрируется единство и сплочённость общества независимо от возраста, пола, этнической

принадлежности человека. Как показывают результаты избирательной кампании сентября 2023 г., такая тактика вполне может быть оправдана и результативна. Кузбасс демонстрирует рекордную явку на выборах среди всех регионов Сибирского федерального округа (79 % согласно данным телеграмм-канала «Клуб-Регионов» с опорой на предварительные данные региональных избиркомов и ЦИК на 10 сентября 2023 г.), показывая единство вокруг избранного большинством голосов губернатора Сергея Цивилева, занявшего среди избираемых губернаторов в СФО первое место (85,24 %), среди губернаторов по стране третье место после Василия Анохина (Смоленская область) и Михаила Ведерникова (Псковская область)¹.

Выводы. Подводя итоги, необходимо отметить, что медиаактивность рассмотренных кандидатов в губернаторы в субъектах Сибирского федерального округа отличается, как применительно к конкретной социальной сети, так и по персоналиям. С большим отрывом по количеству подписчиков и соответственно охвату населения предлагаемым контентом от остальных кандидатов идут действующие губернаторы или врио губернаторов. Среди зарегистрированных кандидатов 15 % составляли кандидаты, не зарегистрированные ни в одной социальной сети или имеющие закрытый профиль, что показывает формализацию процесса конкурентной борьбы среди выдвинутых кандидатур. Партийная принадлежность всех кандидатов-лидеров по медиаактивности в избирательной кампании демонстрирует, что политики в субъектах СФО являются членами партии «Единая Россия».

Проведённый семантический анализ постов в телеграмм-каналах политиков позволил выделить топы ключевых слов. Полученные результаты сетевого контента телеграмм-каналов кандидатов в губернаторы фактически дают возможность рассматривать публикуемые посты политиков в рамках двух основных тактических линий в ведении контента аккаунтов – традиционной тактики и тактики создания единого культурного пространства.

¹ Явка на выборы глав регионов РФ на 18:00 (время регионов). – URL: <https://web.telegram.org/a/#-1285739747> (дата обращения: 13.09.2023). – Текст: электронный; Результаты выборов Глав субъектов РФ (полный список – распределил по количеству голосов за. Подготовил тг канал Политтехнологи). – URL: <https://web.telegram.org/a/#-1285739747> (дата обращения: 13.09.2023). – Текст: электронный.

Полученные в рамках проведенного исследования результаты оценки медиаактивности политиков по различным индикаторам, в том числе тематической направленности контента, следует учитывать при прогнозировании результатов избирательных кампаний, а также ведении социальных сетей политиками. В частности, исследования показали, что применение использованных методов и методологических подходов позволяют одновременно выявлять лидеров и аутсайдеров избирательного процесса, мониторить степень включенности политиков в агитационную кампанию через программные заяв-

ления и тематическую направленность постов, определять особенности работы с электоратом с помощью ведения социальных сетей. Полагаем, что использование социальных сетей как механизма по работе с электоратом (пользователями социальных сетей) в ближайшее время только будет возрастать, а возможности ДЭГ будут все больше способствовать сетевизации избирательных технологий и росте значимости вопроса активности политиков в медиапространстве с использованием социальных сетей для решения, как текущих задач, так и вопросов на перспективу.

Список литературы

1. Балакина Ю. В., Соснин А. В., Туманова М. В. Стратегии легитимации и поддержания имиджа в дискурсе российских губернаторов во время пандемии COVID-19 // Вестник Пермского университета. 2022. Т. 16, № 4. С. 5–16.
2. Быков И. А., Курушкин С. В. Цифровая политическая коммуникация в России: ценности гуманизма против технократического подхода // Вестник Российского университета дружбы народов. 2022. Т. 24, № 3. С. 419–432.
3. Володенков С. В. Политическая коммуникация как инструмент распределения власти в системе отношений «государство-общество» // Государственное управление. Электронный вестник. 2017. № 62. С. 104–118.
4. Зайцева Л. А., Ломакина А. С., Напалкова И. Г. Имидж глав регионов России: особенности информационного продвижения // Контентус. 2019. № 6. С. 99–116.
5. Зимова Н. С., Фомин Е. В., Смагина А. А. Социальные сети как новый канал взаимодействия общества и власти // Научный результат. Социология и управление. 2020. Т. 6, № 2. С. 159–171.
6. Кадышева К. В. Социальные сети как инструмент формирования имиджа главы региона (на примере глав регионов Приволжского федерального округа) // Вопросы политологии. 2022. Т. 12, № 5. С. 1408–1415.
7. Матвеева Е. В., Алагоз А. В. Социальные сети губернатора Кузбасса как механизм политической интернет-коммуникации власти и общества // Вестник Томского государственного университета. 2022. № 477. С. 105–112.
8. Матюсова А. И., Есиев Э. Т. Использование губернаторами российских регионов инструментов онлайн-коммуникации в период режима самоизоляции // Русская политология. 2020. № 4. С. 84–88.
9. Нгюк Л. Л. Социальные сети как механизм формирования имиджа политических лидеров // Вопросы национальных и федеративных отношений. 2020. Т. 10, № 1. С. 170–175.
10. Сморгунюв Л. В. Цифровизация и сетевая эффективность государственной управляемости // Политическая наука. 2021. № 3. С. 13–36.
11. Соколов А. В., Исаева Е. А. Трансформация взаимодействия власти и общества под влиянием цифровизации: пример Ярославской области // Вестник Российского университета дружбы народов. 2022. Т. 24, № 4. С. 686–710.
12. Соколов А. В., Беляков А. А. Трансформация и поддержка экологических повесток в протестных кампаниях в социальных сетях // Вестник Томского государственного университета. 2022. № 67. С. 202–215.
13. Тимофеева Л. Н., Рябченко Н. А., Малышева О. П., Гнедаш А. А. Цифровая социально-политическая повестка дня: апробация новой модели исследования на российском кейсе «Коронавирус-2020» // ПОЛИС. Политические исследования. 2022. № 5. С. 23–39.
14. Филатова О. Г. Главы российских регионов в социальных сетях: аудит публичных коммуникаций // PR и реклама в изменяющемся мире: региональный аспект. 2020. № 23. С. 6–16.
15. Шилова Д. А. PR-стратегии и продвижения имиджа современного российского политика в социальных сетях: на примере губернатора ХМАО Н. В. Комаровой // Контентус. 2021. № 9. С. 14–21.
16. Юдина В. А., Назарова Н. А., Юрасов И. А. Политическая активность населения провинциально-го города в сетевом информационном пространстве // Власть. 2021. Т. 29, № 2. С. 135–140.
17. Bersirova A. K., Shcherbakova T. N., Khakunova F. P., Khakunov N. Kh. Influence of personal characteristics of social networks users on the king of activity in the digital space: gender aspect // The World of Academia: Culture, Education. 2022. No. 9. P. 95–104.

18. Eisaev M. B., Sukharev M. A., Rodionova M. E. Further prospects for the development of social media in the context of political communication in Russia // *German International Journal of Modern Science*. 2023. No. 48. P. 36–40.
19. Miletskiy V. P., Strogetskaia E. V., Cherezov D. N. Transformation of professional political communications in the digital society (by the example of the fake news communication strategy) // *Proceedings of the 2019 IEEE Communication Strategies in Digital Society Seminar, ComSDS*. 2019. P. 121–124.
20. Pronchev G. B., Mikhailov A. P. Virtual social environments of the Internet as a tool of political struggle // *Political Science Issues*. 2021. Vol. 11, no. 3–4. C. 127–135.
21. Volodenkov S., Fedorchenko S. Subjectness of digital communication in the context of the technological evolution of the contemporary society: threats, challenges, and risks // *Przeglad Strategiczny*. 2021. No. 14. C. 437–456.

References

1. Balakina Y. V., Sosnin A. V., Tumanova M. V. Strategies of legitimization and image maintenance in the discourse of Russian governors during the COVID-19 pandemic. *Bulletin of the Perm University. Political science*, vol. 16, no. 4, pp. 5–16, 2022. (In Rus.).
2. Bykov I. A., Kurushkin S. V. Digital political communication in Russia: Values of humanism versus technocratic approach. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia*, vol. 24, no. 3, pp. 419–432, 2002. (In Rus.).
3. Volodenkov S. V. Political communication as an instrument of power distribution in the system of relations «state-society». *Public administration. Electronic bulletin*, no. 62, pp. 104–118, 2017. (In Rus.).
4. Zaitseva L. A., Lomakina A. S., Napalkova I. G. The image of the heads of the regions of Russia: features of information promotion. *Contentus*, no. 6, pp. 99–116, 2019. (In Rus.).
5. Zimova N. S., Fomin E. V., Smagina A. A. Social networks as a new channel of interaction between society and government. *Scientific result. Sociology and Management*, vol. 6, no. 2, pp. 159–171, 2020. (In Rus.).
6. Kadysheva K. V. Social networks as a tool for forming the image of the head of the region (on the example of the heads of regions of the Volga Federal District). *Questions of Political Science*, vol. 12, no. 5, pp. 1408–1415, 2022. (In Rus.).
7. Matveeva E. V., Alagoz A. V. Social networks of the Governor of Kuzbass as a mechanism of political Internet communication between the government and society. *Bulletin of the Tomsk State University*, no. 477, pp. 105–112, 2022. (In Rus.).
8. Matusova A. I., Evseev E. T. The use of online communication tools by governors of Russian regions during the self-isolation regime. *Russian Political Science*, no. 4, pp. 84–88, 2020. (In Rus.).
9. Ngok L. L. Social networks as a mechanism for forming the image of political leaders. *Issues of national and federal relations*, vol. 10, no. 1, pp. 170–175, 2020. (In Rus.).
10. Smorgunov L. V. Digitalization and network efficiency of state manageability. *Political Science*, no. 3, pp. 13–36, 2021. (In Rus.).
11. Sokolov A. V., Isaeva E. A. Transformation of interaction between government and society under the influence of digitalization: an example of the Yaroslavl region. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia*, vol. 24, no. 4, pp. 686–710, 2022. (In Rus.).
12. Sokolov A. V., Belyakov A. A. Transformation and support of environmental agendas in protest campaigns in social networks. *Bulletin of Tomsk State University*, no. 67, pp. 202–215, 2002. (In Rus.).
13. Timofeeva L. N., Ryabchenko N. A., Malysheva O. P., Gnedash A. A. Digital socio-political agenda: approbation of a new research model on the Russian case «Coronavirus 2020». *POLIS. Political studies*, no. 5, pp. 23–39, 2022. (In Rus.).
14. Filatova O. G. Heads of Russian regions in social networks: audit of public communications. *PR and advertising in a changing world: Regional aspect*, no. 23, pp. 6–16, 2020. (In Rus.).
15. Shilova D. A. PR strategies and image promotion of a modern Russian politician in social networks: on the example of the Governor of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug N. V. Komarova. *Contentus*, no. 9, pp. 14–21, 2021. (In Rus.).
16. Yudina V. A., Nazarova N. A., Yurasov I. A. Political activity of the population of a provincial city in the network information space. *Power*, vol. 29, no. 2, pp. 135–140. (In Rus.).
17. Bersirova A. K., Shcherbakova T. N., Khakunova F. P., Khakunov N. Kh. Influence of personal characteristics of social networks users on the kind of activity in the digital space: gender aspect. *World of Academia: Culture, Education*, no. 9, pp. 95–104, 2022. (In Eng.).
18. Eisaev M. B., Sukharev M. A., Rodionova M. E. Further prospects for the development of social media in the context of political communication in Russia. *German International Journal of Modern Science*, no. 48, pp. 36–40, 2023. (In Eng.).

19. Miletsky V. P., Strogetskaia E. V., Cherezov D. N. Transformation of professional political communications in the digital society (by the example of the fake news communication strategy). Proceedings of the 2019 IEEE Communication Strategies in Digital Society Seminar, ComSDS, pp. 121–124, 2019. (In Eng.).

20. Pronchev G. B., Mikhailov A. P. Virtual social environments of the Internet as a tool of political struggle. Political Science Issues, vol. 11, no. 3–4, pp. 127–135, 2021. (In Eng.).

21. Volodenkov S., Fedorchenko S. Subjectness of digital communication in the context of the technological evolution of the contemporary society: threats, challenges, and risks. Przegląd Strategiczny, no. 14, pp. 437–456, 2021. (In Eng.).

Информация об авторах

Матвеева Елена Викторовна, д-р полит. наук, доцент, зав. науч.-исслед. лабораторией «Политические коммуникации, медиатехнологии и связи с общественностью», Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, г. Кемерово, Россия; mev.matveeva2020@yandex.ru. Область научных интересов: региональный политический процесс, местное самоуправление и развитие, гражданское общество, общественных контроль, сетевой анализ.

Алагоз Алиса Владимировна, мл. науч. сотрудник науч.-исслед. лаборатории «Политические коммуникации, медиатехнологии и связи с общественностью», Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, г. Кемерово, Россия; aliscristall@mail.ru. Область научных интересов: власть, региональные институты и процессы, информационная политика, политические интернет-коммуникации.

Information about the authors

Matveeva Elena V., doctor of political sciences, associate professor, head of the Political Communications, Media Technologies and Public Relations research laboratory, Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russia; mev.matveeva2020@yandex.ru. Research interests: regional political process, local self-government and development, civil society, public control, network analysis.

Alagoz Alice V., junior researcher, Political Communications, Media Technologies and Public Relations research laboratory, Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russia; aliscristall@mail.ru. Research interests: government, regional institutions and processes, information policy, political Internet communications.

Вклад авторов в статью

Е. В. Матвеева – определение проблемы, цели и задач исследования, написание теоретической части и оформление результатов прикладных исследований.

А. В. Алагоз – разработка методики исследования, сбор данных статистики, проведение прикладного исследования.

The authors` contribution to the article

E. V. Matveeva – definition of the problem, goals and objectives of the study, writing the theoretical part and registration of the applied research results.

A. V. Alagoz – development of the research methodology, collection of statistical data, conducting the applied research.

Для цитирования

Матвеева Е. В., Алагоз А. В. Сетевой контент кандидатов в губернаторы субъектов Сибирского федерального округа: особенности содержания в избирательной кампании 2023 года // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 4. С. 139–149. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-139-149.

For citation

Matveeva E. V., Alagoz A. V. Network Content of Candidates for Governor of the Siberian Federal District: Features Contents in the 2023 Election Campaign // Transbaikal State University Journal. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 139–149. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-139-149.

Научная статья
УДК 32:94 (470+571)
DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-150-160

Либеральные социально-политические реформы Александра II: причины, сущность, характер

Сергей Дмитриевич Мезенцев¹, Андрей Викторович Матюхин²

^{1,2}Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия,

²Московский государственный лингвистический университет, г. Москва, Россия

¹perevolochnoe@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6532-0943>,

²avmpl@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8190-6661>

Информация о статье:

Статья поступила
в редакцию 13.05.2023

Одобрена после
рецензирования 17.10.2023

Принята к публикации
20.10.2023

Ключевые слова:

Александр II, либерализм,
свобода, буржуазия,
дворяне, реформа,
отмена крепостного
права, судебная реформа,
реформа местного
самоуправления, военная
реформа, диалектика,
общественное бытие,
общественное сознание

В статье исследуются социально-политические реформы, проведённые Александром II в 60–70-е гг. XIX в. Актуальность данной темы связана с тем, что сложившаяся в 1859–1861 гг. революционная ситуация вынудила императора осуществить реформы «сверху» пока не произошла революция «снизу». Господствующий класс не стремился в целостности сохранить свои привилегии и в итоге согласился пойти на реформы. Объектом исследования являются социально-политические реформы Александра II, предметом – либеральный характер реформ. Цель исследования заключается в раскрытии сущности буржуазных реформ, выявлении степени их соответствия законам диалектики и логике всемирно-исторического процесса. Задачи исследования: 1) раскрыть основное содержание социально-политических реформ 60–70-х гг. XIX в.; 2) определить роль и значение социально-политических реформ в становлении России на капиталистический путь развития. В ходе исследования применялись диалектический метод в материалистической и идеалистической трактовках и такие общенаучные методы, как анализ, синтез, обобщение, абстрагирование, дедукция и индукция. Главными причинами проведения реформ являлись: отсутствие гражданских и политических свобод, усиление эксплуатации крестьян помещиками, рост классово-борьбы в виде крестьянских выступлений, в том числе в национальных окраинах, поражение в Крымской войне (1853–1856). Изменения в базе привели к преобразованиям в надстройке российского общества: перестройке государственного аппарата, введению бессловного суда, модернизации местного самоуправления, реформированию армии и т. д. Если общественное бытие диктовало необходимость изменений в общественном сознании и трансформировало его, то преобразённое общественное сознание оказывало обратное влияние на общественное бытие и в свою очередь перекраивало уже его. Несмотря на противоречивость и половинчатость либеральных реформ, они содействовали переходу России от феодализма к капитализму, закладыва-

ли основы правового государства и гражданского общества и создавали предпосылки для будущей борьбы за социальную справедливость и социалистическое государство.

Original article

Liberal Socio-Political Reforms of Alexander II: Causes, Essence, Nature

Sergey D. Mezentsev¹, Andrey V. Matyukhin²

¹National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

²Moscow State Linguistic University, Moscow, Russia

¹perevolochnoe@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6532-0943>,

²avmpl@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8190-6661>

Information about the article:

Received 13 May, 2023

Approved after review 17 October, 2023

Accepted for publication 20 October, 2023

Keywords:

Alexander II, liberalism, freedom, bourgeoisie, nobles, reform, abolition of serfdom, judicial reform, local self-government reform, military reform, dialectics, social life, public consciousness

The article examines the socio-political reforms carried out by Alexander II in the 60–70s. of the 19th century. The relevance of this topic is due to the fact that the prevailing in 1859–1861 the revolutionary situation forced the emperor to carry out reforms “from above” to avoid the revolution “from below”. The ruling class did not seek to preserve its privileges in integrity and eventually agreed to go for reforms. The object of the study is the socio-political reforms of Alexander II, the subject is the liberal nature of the reforms. The purpose of the article is to reveal the essence of bourgeois reforms, to reveal the degree of their compliance with the laws of dialectics and the logic of the world-historical process. Research objectives are as follows: 1) to reveal the main content of the socio-political reforms of the 60–70s 19th century; 2) determine the role and significance of socio-political reforms in Russian transition to the capitalist path of development. The authors have used the dialectical method in materialistic and idealistic interpretations and such general scientific methods as analysis, synthesis, generalization, abstraction, deduction and induction. The main reasons for the reforms were the lack of civil and political freedoms, increased exploitation of the peasants by the landowners, the growth of class struggle in the form of peasant uprisings, including in the national outskirts, and the defeat in the Crimean War (1853–1856). Changes in the basis led to transformations in the superstructure of Russian society: restructuring of the state apparatus, introduction of a classless court, modernization of local self-government, reform of the army, and so on. If social being dictated the need for changes in social consciousness and transformed it, then the transformed social consciousness had a reverse effect on social being and, in turn, reshaped it. Despite the inconsistency and half-heartedness of the liberal reforms, they contributed to Russian transition from feudalism to capitalism, laid the

foundations of a right-wing state and civil society, and created the prerequisites for the future struggle for social justice and a socialist state.

Введение. В России к концу 50-х гг. XIX в. весьма чётко обозначился кризис феодально-крепостнического строя. Крепостное право являлось тормозом развития производительных сил общества, прежде всего, промышленности, сельского хозяйства и торговли. Поскольку почти 35 % населения страны составляло крепостное сословие, промышленность испытывала острый дефицит свободных рабочих рук, наёмных работников. Преимущественно натуральное хозяйство, нищета, крайне низкая покупательная способность накладывали серьёзные ограничения на внутренний рынок, препятствовали развитию торговли с другими странами. Капиталистический уклад хозяйства, с большим трудом формировавшийся в условиях фео-

дализма, постепенно создавал противоречие между уровнем развития производительных сил и характером производственных отношений. Согласно ряду исследований, в конце 50-х гг. позапрошлого века в России возникла революционная ситуация [5; 16].

Выражаясь марксистским языком, феодально-крепостнический строй того времени находился в глубочайшем кризисе, обусловленном разными причинами:

1) практически полностью отсутствовали гражданские и политические свободы, особенно после расправы над восставшими декабристами и установления «николаевщины»;

2) помещики пытались повысить свою прибыль не путём внедрения новых агрономических приёмов и сельскохозяйственной техники, а усилением эксплуатации крестьян, уменьшением крестьянских наделов, увеличением барщины и оброка, введением других поборов;

3) наблюдался рост классовой борьбы, в частности, крестьяне бежали на периферию, отказывались работать на своих хозяев, поджигали имения помещиков и, если в 1857 г. состоялось 192 крестьянских выступления, то в 1859 г. их уже было 938;

4) крестьяне национальных окраин также не хотели больше жить по-старому, поднимались на борьбу с помещиками, в особенности в Грузии, где в 1857 г. произошло массовое выступление;

5) поражение в Крымской войне (1853–1856) показало неспособность правительства управлять страной традиционными способами. После войны усилилось брожение внутри господствующего класса, в результате чего появились либеральные помещики, предлагавшие раз и навсегда покончить с крепостным правом, ограничить произвол чиновников, провести ряд других буржуазных реформ.

Правительство во главе с императором понимало, что крепостное состояние крестьян – это своего рода «пороховой погреб», который в любой момент может взорваться. Ещё 30 марта 1842 г. во время своего выступления при обсуждении указа об обязанных крестьянах император Николай I признал, что в нынешнем положении крепостное право «есть зло весьма очевидное и ощутимое

для всех, но считал, что отказываться от него было бы преждевременно, губительно» [Цит. по: 21, с. 114]. Новый император Александр II, не принадлежавший к либералам, также осознавал необходимость изменения крепостного положения крестьян. Вскоре после коронации он пришёл к пониманию, что крестьян лучше освободить «сверху», чем ожидать их освобождения «снизу»¹. Под влиянием кризиса, уходящего в прошлое феодально-крепостнического строя, протестные выступления крепостных крестьян, а также тяжёлое поражение в Крымской войне вынудили царское правительство поторопиться с освобождением крестьян и провести социальные и политические реформы в России. 18 февраля 1861 г. Александр II подписал «Положения о крестьянах, вышедших из крепостной зависимости» и «Манифест» об освобождении крестьян (рис. 1).

Актуальность данной темы исследования связана с тем, что социальные и политические кризисы, происходящие в той или иной стране, причём независимо от общественно-экономической формации и типа общества, могут быть преодолены, если господствующий класс не заботится исключительно только о самом себе, не старается сохранить свои привилегии, а соглашается идти на ре-

формы. (реформы

еские



Рис. 1. Алексей Кившенко. Чтение манифеста 1861 года Александром II на Смольной площади в Санкт-Петербурге. 1880 г. / **Fig. 1.** Alexey Kivshenko. Reading of the manifesto of 1861 by Alexander II on Smolnaya Square in St. Petersburg. 1880

¹ Платонов С. Ф. Лекции по русской истории. – Петрозаводск: Фолиум, 1996. – С. 456.

Объектом исследования являются социально-политические реформы Александра II, **предметом** – либеральный характер реформ.

Цель исследований заключается в раскрытии сущности буржуазных реформ Александра II, выявлении степени их соответствия законам диалектики и логике всемирно-исторического процесса.

Задачи исследования: 1) раскрыть основное содержание социально-политических реформ 60–70-х гг. XIX в.; 2) определить роль и значение социально-политических реформ в становлении России на капиталистический путь развития.

Методология и методы исследования. В статье использовалась методология исследования немецких философов Г. В. Ф. Гегеля и К. Маркса и применён диалектический метод, посредством которого вещи, процессы и явления рассматриваются в развитии с учётом их внутренних противоречий, причин и следствий, единства и борьбы противоположностей. При этом данный метод был задействован в материалистической и идеалистической трактовках. Исходя из этого, исследованию подверглось общественное бытие и общественное сознание не с точки зрения их противопоставления и доминирования одного над другим, а с позиции их взаимосвязи, взаимного влияния друг на друга. Ещё одной особенностью исследования является применение принципа тождества, утверждающего единство логического и исторического во всемирно-историческом процессе. Гегелевский и марксистский подходы не противопоставляются, а сочетаются друг с другом. В связи с этим развитие человеческого общества рассматривается, как в движении к свободе, гражданскому обществу, правовому государству [2], так и к справедливости, социальному равенству, социалистическому государству [1]. Наряду с диалектическим методом использовались также общенаучные методы: анализ, синтез, обобщение, абстрагирование, дедукция и индукция.

Разработанность темы исследования. «Великим реформам» Александра II посвящено множество научных исследований, опубликованных, как в царский, так и в советский и постсоветский периоды [3; 17; 19]. Огромный интерес к реформам проявляют также иностранные учёные [28; 29]. Однако в связи с совершенствованием методологии исследования и накоплением громадного исторического опыта по-прежнему продолжа-

ют открываться все новые и новые аспекты тех «Великих реформ».

Результаты исследования. В период царствования Александра II в российской общественно-политической жизни наблюдалась «оттепель», во время которой была предпринята попытка проведения модернизации страны и создания «сверху» демократического режима [14; 27]. Вступив на престол, новый император амнистировал декабристов, польских участников восстания 1830–1831 гг., петрашевцев, наложил на рекрутские наборы мораторий на три года и др. Он понимал, что общественное бытие диктует необходимость изменения общественного сознания, но этот процесс наталкивался на стремление дворян жить «по-старому». Это было одной из главных причин того, что реформы носили противоречивый, половинчатый характер и растянулись по времени на два десятилетия. Сознание правящего класса оставалось, в целом, консервативным.

Самой известной социальной реформой либерально настроенного Александра II является упразднение крепостного права [10]. Для подготовки столь грандиозного социального преобразования создан Секретный комитет. Разрастание крестьянских выступлений вынуждало царское правительство ускорять обсуждение и разработку проекта реформы. Вслед за этим комитетом образованы подобные комитеты в губерниях. В них участвовали лишь дворяне. Крестьян правительство боялось привлекать к участию в обсуждении и решении вопроса об их освобождении. Помещики, разумеется, отстаивали собственные интересы, стремились сохранить за собой землю, защитить свои права и вольности, хотели по-прежнему эксплуатировать своих крепостных крестьян. Споры между ними были несущественными и касались лишь форм и мер уступок. Так, консервативно настроенные помещики выступали за освобождение крестьян вообще без земли. Помещики-либералы склонялись к наделению крестьян землей, но за определённый выкуп и с небольшими наделами [13].

Важную роль в проведении реформы играли также географические и климатические факторы. В черноземной зоне, где земля была плодородной и приносила большие доходы, помещики не желали отпускать на свободу крестьян, выступали за сохранение экономической зависимости крепостного населения. Максимум, на что они могли пойти, – освободить крестьян с мизерным наделом

и по очень высокой цене за десятину земли (рис. 2 и 3). В нечерноземной полосе, напротив, земля не обладала большой ценностью и потому они, в основном, давали согласие на наделение крестьян землёй за умеренный выкуп.



Рис. 2. Карикатура 1860-х гг. Помещик: «Что ты, мужичок, на одной ноге стоишь?» Крестьянин: «Да другую, вишь, поставить некуда. Везде вашей милости земляца. Боюсь, ещё за потраву судить будете» / **Fig. 2.** Caricature from the 1860s. Landowner: "What are you, a little man, standing on one leg?" Peasant: "Yes, you see, there is nowhere to put "another one. Everywhere is your grace land. I'm afraid you'll be judged for the injury"



Рис. 3. Карикатура сатирического журнала «Шершень» на отмену крепостного права (1906 г.) / **Fig. 3.** Caricature of the satirical magazine «Shershen» on the abolition of serfdom (1906)

Как известно, императрица Екатерина II под влиянием философов-просветителей Вольтера и Дидро помышляла избавиться от крепостного права, но помещики тогда резко выступили против. В итоге она отказалась от этой затеи [7]. Сознание помещиков претерпело определённые изменения только через столетие, да и то под значительным влиянием общественных и политических процессов. Приняв неизбежность ликвидации крепостного права, помещики, тем не менее, сделали всё, чтобы защитить свои интересы.

Александр II, не называя истинные причины упразднения крепостного права, заявил о «добровольном и великодушном самопожертвовании дворянства»¹. В опубликованных по его указанию Манифесте и «Положениях» нашли отражение следующие основные вопросы относительно крестьян [9]:

- личное освобождение, предоставление им свободы передвижения;
- наделение их землёй, правами владения и распоряжения своим недвижимым и движимым имуществом, заключения гражданских и имущественных сделок, предъявления исков;
- вступление в брак без получения письменного или устного разрешения помещиков;
- поступление на службу и в учебные заведения;
- открытие предприятий;
- переход в сословия купцов и мещан.

Предоставив личную свободу, царское правительство наделало крестьян полноправным сословием. Они по-прежнему продолжали нести повинности, в частности, платили подушную подать, отправляли рекрутов, не могли выйти из общины, подвергались телесным наказаниям. На смену старым отношениям между помещиками и крепостными крестьянами пришли новые. Они были зафиксированы в «Уставных грамотах». Помещики подписывали эти грамоты со всей крестьянской общиной, а не с каждым крестьянином по отдельности. Свободными от помещиков крестьяне становились лишь тогда, когда выплачивали 20 % цены выделенного им надела. До этого времени они оставались «временнообязанными». Даже спустя 20 лет после упразднения крепостного сословия 15 % крестьян не смогли выйти из положения временнообязанных из-за отсутствия для выкупа денежных средств. Только в 1881 г. правительством было принято реше-

¹ Московские церковные ведомости // Еженедельная газета. – 1880. – № 9. – 2 марта.

ние о ликвидации с 1883 г. временнообязанного состояния освобожденных крестьян [18].

Изменения в базисе (упразднение крепостничества, становление капиталистической системы хозяйствования) настоятельно требовали проведения преобразований в надстройке российского общества. Стояли задачи перестройки государственного аппарата, приведение его в соответствии с потребностями общества, но не меняя при этом основы самодержавия. Новые явления в общественной и политической жизни невозможно было не учитывать. Они вынуждали Александра II проводить преобразования с целью создания современной для того времени системы государственного и административного управления.

Вслед за отменой крепостного права последовали другие реформы: судебная, земская, городская, военная, а также средств информации и просвещения. Основная цель этих реформ состояла в том, чтобы государственное устройство и административное управление соответствовали новой социальной структуре российского общества [22].

Для решения вопросов, относящихся к разработке и проведению реформ, образован специальный правительственный орган – Совет министров, члены которого обладали совещательным голосом. Более высокую ступеньку в иерархической лестнице государственного управления занял законосовещательный орган – Государственный совет. В 60–70-х гг. именно он проделал важную работу в подготовке проектов законов, вынося их затем на утверждение императором.

Самой последовательной и удачной из указанных реформ оказалась судебная реформа 1864 г., проведенная по образцу устройства судов в буржуазных европейских странах [11]. На смену прежнему сословному, негласному и закрытому суду пришёл бессословный, гласный, открытый (с допуском публики и представителей средств информации) и состязательным (с участием обвинителя – прокурора и присяжного поверенного – адвоката). Были также строго разграничены компетенции всех судебных инстанций и созданы два типа судов. К местным судам были отнесены волостные суды, мировые судьи и съезды мировых судей, а к общим – окружные суды, судебные палаты и Сенат.

К компетенции местных судов относились гражданские иски и мелкие преступления. Мировые судьи сами, единолично принимали решения. Только съезд мировых судей

мог пересмотреть вынесенный приговор тем или иным мировым судьей. Мировых судей избирали земские собрания или городские думы. Чтобы стать мировым судьей, необходимо жить в данной местности и иметь необходимый образовательный и имущественный ценз.

Окружные суды создавались на территории нескольких уездов или всей губернии. В их компетенцию входило рассмотрение, как гражданских, так и уголовных дел. Вне их рамок были политические дела и преступления должностных лиц десятого ранга и выше. Виновны или не виновны обвиняемые решали присяжные заседатели. В окружных судах значились судьи, следователи, прокуроры и приставы. Судьи оставались независимыми от административных органов. Они могли быть уволены лишь по решению уголовного суда, если совершили грубое нарушение порядка судопроизводства. Советы присяжных поверенных числились при судебных палатах.

В качестве верховного суда и высшего органа судебного надзора выступал Сенат. В Сенате сначала были образованы гражданский и уголовный кассационные департаменты, а позднее также политический. Некоторые политические дела перешли с 1878 г. к окружным военным судам.

Несмотря на существенные достижения судебной реформы, многие буржуазные принципы судопроизводства полностью не были осуществлены [12]. В частности, сохранён сословный суд для крестьян; присяжными наёмные работники не могли быть. Имелись особые суды для рассмотрения политических дел. На заседания последних часто не допускали публику и средства информации.

После ликвидации крепостного права потребовалось также провести реформы органов местного самоуправления [15; 25]. Уже в 1864 и 1870 гг. были приняты, соответственно, Закон о местном самоуправлении и «Городовое положение». Для руководства хозяйственной деятельностью в тридцати трёх губерниях из пятидесяти образовывались земства. Они отвечали за вопросы местной торговли и промышленности, общественно-го призрения, содержания школ, больниц, тюрем и т. д. В каждом земстве имелись распорядительные и исполнительные органы: собрания и управы. Земское собрание, в котором господствовали помещики, возглавлял предводитель дворянства. Это обеспечивала неравноправная система выборов, основывавшаяся на высоком имущественном цензе.

По этой же причине в управах, избираемых на трёхлетний срок, крестьян, как правило, не было. Земства не создавались только в тех губерниях, в которых отсутствовало или было незначительным помещичье землевладение, и в национальных окраинах.

Согласно Городовому положению, городские жители были разделены на три группы, исходя из налоговой суммы, которую ежегодно они выплачивали. Каждая из этих групп избирала гласных (депутатов) в равной пропорции в бессловный орган, называемый городской думой. Однако голоса были неравными. Один голос богатого налогоплательщика имел гораздо больший вес и приравнивался голосам от нескольких сот средних и до нескольких тысяч мелких налогоплательщиков.

Городские думы контролировались царской администрацией, обладавшей правом наложения вето на принятые решения. Чтобы обезопасить правящий режим, городским думами было позволено заниматься лишь вопросами благоустройства города, развития торговли, обеспечения просветительских и медицинских нужд горожан и др. Выборы депутатов в городские думы происходили на ещё более высоком уровне имущественного ценза, чем в земства. Благодаря этому крупная буржуазия доминировала и получала руководящие места. Городская дума избирала городского голову, которого утверждал губернатор или министр внутренних дел.

Проведение военной реформы, начатой ещё в 1860–1861 гг. и завершившейся в 1874 г., было в значительной степени обусловлено поражением России в Крымской войне. Война и её неутешительные итоги свидетельствовали о том, что рекрутская армия не в состоянии противостоять ведущим европейским армиям. Цель реформы заключалась в создании сильной армии, которая имела бы большой обученный контингент, находящийся в запасе, и подготовленные на высоком уровне офицерские кадры, была бы снабжена мощным оружием и т. д. [6; 26].

В рамках военной реформы принят закон о всеобщей воинской повинности, согласно которому призыву подлежали мужчины, достигшие 20-летнего возраста. Благодаря этому удалось сократить численность вооружённых сил в мирное время и, наоборот, дало возможность увеличить их в случае войны, призвав уволенных в запас. Срок несения службы в армии сокращался с 25 лет до шести лет действительной и девяти лет запаса, а на флоте ограничивался до семи лет

действительной и три года запаса. При этом военнообязанным предоставлялись льготы по семейному положению, здоровью и образованию. Для тех, кто имел высшее образование, срок службы уменьшался до шести месяцев, а со средним – до полутора года. Кроме того, некоторые слои населения вообще были освобождены от воинской повинности: священники, жители Крайнего Севера, Средней Азии, Казахстана и других территорий России. Офицерский состав по-прежнему формировался только из дворян. В армии и на флоте, как и прежде, сохранялись муштра, рукоприкладство и произвол. Знатное происхождение и богатство создавали благоприятные условия для совершения дворянами и буржуазией коррупционных сделок с военными чиновниками.

Значительные преобразования были проведены также в сфере просвещения [24]. Царское правительство в 1863 г. утвердило новый устав университетов, согласно которому расширялась их автономия. Руководство образовательным процессом было возложено на Учёные советы, в состав которых входили профессоры, преподаватели и сотрудники. В следующем году был принят школьный устав, разделивший гимназии на классические и реальные. Первые подготавливали учеников к поступлению в университеты, а вторые – в технические высшие учебные заведения.

Ещё одной важной реформой явилось принятие «Временных правил», регулировавших вопросы цензуры печати [8]. Одним из положений этих правил стала отмена предварительной цензуры для большинства книг и журналов. Взамен учреждалась карательная цензура, применявшая разного рода санкции после их публикации, в том числе закрытие издательств. Цензурному контролю не подвергались лишь правительственные и научные издания.

Выводы. Гегелевская и марксистская философия объясняет переход от феодализма к капитализму вследствие действия трёх законов диалектики: закона единства и борьбы противоположностей, закона перехода количественных изменений в качественные и закона отрицание отрицания. При этом гегелевская философия акцентирует внимание на развитии духовной сферы общества (общественное сознание определяет общественное бытие), а марксистская – на его базисе, то есть материальном производстве (наоборот, общественное бытие определяет общественное сознание).

Как показывают результаты исследования, на подготовку, разработку и проведение реформ Александром II оказывали воздействие, как духовные, так и материальные факторы. Если материальные факторы диктовали необходимость придания реформам либерального и даже отчасти революционного характера, то духовные, наоборот, были направлены на сохранение консервативных и традиционных ценностей и подходов. Антагонизм между ними выразился в противоречивости осуществлённых реформ: личная свобода, но ограниченная; земельный надел, но за выкуп; предоставление прав, но неравных и т. п.

В этом плане весьма важным является то, что в «снятом» виде переходит из предшествующего этапа общественного и политического развития последующему этапу. Согласно гегелевской и марксистской диалектики, следующим этапам передаётся лучшее, прогрессивное. Однако реформы Александра II свидетельствуют, что на самом деле не всё так однозначно, прямолинейно, что многое худшее и регрессивное тоже транслируется в новый этап развития. То, что дворяне не хотели идти и не пошли на значительные уступки крепостным крестьянам, – это вполне очевидно, исходя из их классовых интересов. А готовы ли были крепостные крестьяне получить и использовать для своего блага широкий спектр свобод, если бы они были им дарованы по милости императора?

И ещё один важный вопрос, на который требуется ответить: была ли в России в 1859–1861 гг. революционная ситуация? В советской исторической науке утверждалось, что революционная ситуация в то время точ-

но была. Современные же историки склонны считать, что её не было. Правильным ответом, необходимо признать, является всё-таки точка зрения советских учёных, рассуждавших логически и исходящих из исторического опыта о том, что именно революционная ситуация заставила Александра II провести ряд реформ и обусловила их сущность и характер. Действительно, тогда имелись следующие признаки революционной ситуации: 1) верхи не могли жить и управлять по-старому; 2) обострились нужды и бедствия угнетённых классов, особенно вследствие Крымской войны и поражения в ней; 3) повысилась активность народных масс, выразившаяся, прежде всего, в росте крестьянских выступлений. Данная революционная ситуация не переросла в революцию потому, что реформы устранили её предпосылки и тем самым отодвинули её на несколько десятилетий вперёд.

В ходе «Великих реформ», осуществлённых Александром II, общественное бытие воздействовало на общественное сознание, а общественное сознание изменяло общественное бытие. Социально-политические реформы не только обеспечили переход России от феодально-крепостнического строя к буржуазному, но и ускорили утверждение в российском обществе капиталистических отношений. Несмотря на их противоречивость и половинчатость, они, в целом, отвечали законам диалектики и законам всемирно-исторического развития человечества, были либеральными, закладывали основы правового государства и гражданского общества и создавали предпосылки для будущей борьбы за социальную справедливость и построения социалистического государства.

Список литературы

1. Бузгалин А. В. Маркс-XXI: реактуализация философского наследия (к 200-летию со дня рождения Карла Маркса // Вестник Московского университета. 2018. № 5. С. 20–34.
2. Бурлуцкий А. Н., Небратенко Г. Г. «Философия права» Гегеля в контексте философской рефлексии о праве и Абсолютном духе: историко-философский анализ // Философия права. 2019. № 1. С. 135–142.
3. Великая реформа. Русское общество и крестьянский вопрос в прошлом и настоящем: в 6 т. М.: Изд. Товарищества И. Д. Сытина, 1911. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01003532305> (дата обращения: 21.10.2023). Текст: электронный.
4. Волков В. В. Формационные преобразования в России в XVIII – начале XX века: социально-политический аспект: монография. СПб.: ВМИИ, 2005. 245 с.
5. Герасимова Ю. И. Из истории русской печати в период революционной ситуации конца 1850-х – начала 1860-х гг. / под ред. М. В. Нечкиной. М.: Книга, 1974. 206 с.
6. Гибадуллина Р. Н., Марданов Н. И. Военные реформы Александра II // Вестник науки. 2021. Т. 4, № 9. С. 21–24.
7. Долгих А. Н. Императрица Екатерина II, «Просвещенный абсолютизм» и крестьянский вопрос в России во второй половине XVIII века // Гуманитарные исследования Центральной России. 2019. № 2. С. 7–15.

8. Антонова Т. В. Борьба за свободу печати в пореформенной России 1861–1882 гг.: автореф. дис. ... д-ра ист. наук: 07.00.02. Саратов, 1993. 33 с.
9. Зайончковский П. А. Отмена крепостного права в России. Изд. 3-е., перераб. и доп. М.: Просвещение, 1968. 368 с.
10. Захарова Л. Г. Александр II и отмена крепостного права в России: монография. М.: РОССПЭН, 2011. 719 с.
11. Карпачев М. Д. Судебная реформа 1864 г. в России: шаг на пути к правовому государству // Судебная власть и уголовный процесс. 2014. № 3. С. 29–40.
12. Коваль С. П., Коноваленко П. Н. Исторический опыт и влияние судебной реформы 1864 года на российское общество и государство // Вестник Костромского государственного университета. 2018. № 3. С. 28–32.
13. Кочукова О. В. «Либеральные бюрократы» и дворянство в реформе 1861 года: взгляд современника // Известия Саратовского университета. Серия История. Международные отношения. 2007. Т. 7, № 1. С. 20–29.
14. Нурлыгаянов М. Ф. Формирование элементов гражданского общества в России в эпоху великих реформ // Социально-экономические науки и гуманитарные исследования. 2014. № 3. С. 166–172.
15. Панов В. Н. Земский конституционализм в России (вторая половина XIX – начало XX вв.) // Интерактивная наука. 2018. № 4. С. 20–25.
16. Революционная ситуация в России в 1859–1861 гг.: сб. ст. / под ред. М. В. Нечкина. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1960. 543 с.
17. Рожков Н. А. Русская история в сравнительно-историческом освещении: (Основы социальной динамики). Т. 11: Производственный капитализм и революционное движение в России второй половины XIX и начала XX века. 2-е изд. М.; Л.: Книга, 1928. 406 с.
18. Российское законодательство X–XX веков: в 9 тт. Т. 7: Документы крестьянской реформы / отв. ред. О. И. Чистяков. М.: Юридическая литература, 1989. 431 с.
19. Рудник С. Н. Великие реформы в России 1860–1870 годов: Эпоха и люди: монография. СПб.: Рос. гос. гидрометеор. ун-т, 2013. 176 с.
20. Ружицкая И. В. Крестьянская реформа от Александра I до Александра II: пути воплощения // Петербургский исторический журнал. 2018. № 1. С. 53–64.
21. Сборник Русского Исторического Общества: материалы и черты к биографии императора Николая I и к истории его царствования / под ред. Н. Ф. Дубровина. СПб.: Тип. И. Н. Скороходова, 1896. Т. 98. 702 с.
22. Сборники Президентской библиотеки. Эпоха Великих реформ: история и документальное наследие: сб. науч. тр. / науч. ред. Н. В. Дунаева, С. Г. Кашченко: в 2 ч. СПб.: Президентская библиотека, 2019. Ч. 2. 244 с.
23. Столяров Н. С. Либеральные реформы Александра II и современность // Вестник Российского университета дружбы народов. 2018. Т. 5, № 4. С. 433–443.
24. Хребтов Н. А., Колегичев К. М. Реформа образования Александра II // Вестник науки. 2019. Т. 2, № 2. С. 74–77.
25. Чашников М. А. Земская и городская реформы Александра II // Вестник науки. 2021. Т. 4, № 1. С. 132–138.
26. Шаруда А. А., Ярмонова В. В., Хабибулина Е. Б. Военная реформа Александра II: Причины. Содержание. Итоги // Инновационная наука. 2021. № 3. С. 58–66.
27. Шевырев А. П. Оттепель 1855–1857 гг.: От николаевского времени к эпохе Великих реформ // Российская история. 2022. № 4. С. 46–59.
28. Lincoln W. B. The Great Reforms: Autocracy, Bureaucracy, and the Politics of Change in Imperial Russia. DeKalb: Northern Illinois University Press, 1990. 281 p.
29. Russia's Great Reforms / ed. B. Eklof, J. Bushnell, L. Zakharova, 1855–1881. Michigan: Indiana University Press, 1994. 297 p.

References

1. Buzgalin A. V. Marx-XXI: Reactualization of the philosophical heritage (on the 200-th anniversary of Karl Marx' birth). Bulletin of the Moscow University, no. 5, pp. 20–34, 2018. (In Rus.).
2. Burlutsky A. N., Nebratenko G. G. Hegel's "Philosophy of Law" in the Context of Philosophical Reflection on Law and the Absolute Spirit: Historical and Philosophical Analysis. Philosophy of Law, no. 1, pp. 135–142, 2019. (In Rus.).
3. Great reform. Russian society and the peasant question in the past and present. In 6 vols. Moscow: Edition of the Partnership of I. D. Sytin, 1911. (In Rus.).
4. Volkov V. V. Formational transformations in Russia in the 18th – early 20th century: socio-political aspect. Monograph. Saint Petersburg: VMII, 2005. (In Rus.).

5. Gerassimova Yu. I. From the history of the Russian press during the revolutionary situation of the late 1850s – early 1860s. Ed. M. V. Nechkina. Moscow: Book, 1974. (In Rus.).
6. Gibadullina R. N., Mardanov N. I. Military reforms of Alexander II. Bulletin of Science, vol. 4, no. 9, pp. 21–24, 2021. (In Rus.).
7. Dolgikh A. N. Empress Catherine II, “Enlightened Absolutism” and the Peasant Question in Russia in the Second Half of the 18th Century. Humanitarian Studies of Central Russia, no. 2, pp. 7–15, 2019. (In Rus.).
8. Antonova T. V. The struggle for freedom of the press in post-reform Russia in 1861–1882. Abstract of the thesis of Doctor Historical Science. 07.00.02. Saratov, 1993. (In Rus.).
9. Zaionchkovsky P. A. The abolition of serfdom in Russia. Ed. 3rd, revised. and additional. Moscow: Education, 1968. (In Rus.).
10. Zakharova L. G. Alexander II and the abolition of serfdom in Russia. Monograph. Moscow: ROSSPEN, 2011. (In Rus.).
11. Karpachev M. D. Judicial reform of 1864 in Russia: a step towards a rule of law state. Judicial power and criminal procedure, no. 3, pp. 29–40, 2014. (In Rus.).
12. Koval S. P., Konovalenko P. N. Historical experience and the impact of the judicial reform of 1864 on Russian society and the state. Bulletin of the Kostroma State University, no. 3, pp. 28–32, 2018. (In Rus.).
13. Kochukova O. V. “Liberal bureaucrats” and the nobility in the reform of 1861: a contemporary view. Bulletin of the Saratov University. Series History. International relationships, vol. 7. iss. 1, pp. 20–29, 2007. (In Rus.).
14. Nurlygayanov M. F. Formation of elements of civil society in Russia in the era of great reforms. Socio-economic sciences and humanitarian research, no. 3, pp. 166–172, 2014. (In Rus.).
15. Panov V. N. Zemsky constitutionalism in Russia (second half of the 19th – early 20th centuries). Interactive Science, no. 4, pp. 20–25, 2018. (In Rus.).
16. The revolutionary situation in Russia in 1859–1861: Collection of articles. Ed. M. V. Nechkina. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1960. (In Rus.).
17. Rozhkov N. A. Russian history in comparative historical coverage: (Fundamentals of social dynamics). 2nd ed. Vol. 11: Production capitalism and the revolutionary movement in Russia in the second half of the 19th and early 20th centuries. Moscow; Leningrad: Book, 1928. (In Rus.).
18. Russian legislation of the X-XX centuries: in 9 vols. Vol. 7: Documents of the peasant reform. Ed. O. I. Chistyakov. Moscow: Legal Literature, 1989. (In Rus.).
19. Mine S. N. Great reforms in Russia in 1860–1870: Epoch and people: Monograph. Saint-Petersburg, Russian State Humanitarian University, 2013. (In Rus.).
20. Ruzhitskaya I. V. Peasant reform from Alexander I to Alexander II: ways of implementation. Petersburg Historical Journal, no. 1, pp. 53–64, 2018. (In Rus.).
21. Collection of the Russian Historical Society. Vol. 98: Materials and features for the biography of Emperor Nicholas I and the history of his reign. Ed. N. F. Dubrovina. Saint Petersburg: Printing house of I. N. Skorokhodov, 1896. (In Rus.).
22. Collections of the Presidential Library. Iss. 4: The era of the Great reforms: history and documentary heritage: Collection of scientific papers. Eds N. V. Dunaeva, S. G. Kashchenko. Part 2. Saint Petersburg: Presidential Library, 2019. (In Rus.).
23. Stolyarov N. S. Liberal reforms of Alexander II and modernity. Bulletin of the Peoples’ Friendship University of Russia. Series: State and municipal management, vol. 5, no. 4, pp. 433–443, 2018. (In Rus.).
24. Khrebtov N. A., Kolegichev K. M. The education reform of Alexander II. Bulletin of Science, vol. 2, no. 2, pp. 74–77, 2019. (In Rus.).
25. Chashnikov M. A. Zemskaya and urban reforms of Alexander II. Bulletin of Science, vol. 4, no. 1, pp. 132–138, 2021. (In Rus.).
26. Sharuda A. A., Yarmonova V. V., Khabibulina E. B. Military reform of Alexander II: Reasons. Content. Results. Innovative science, no. 3, pp. 58–66, 2021. (In Rus.).
27. Shevyrev A. P. Thaw of 1855–1857: From the time of Nicholas II to the era of the Great Reforms. Russian History, no. 4, pp. 46–59, 2022. (In Rus.).
28. Lincoln W. B. The Great Reforms: Autocracy, Bureaucracy, and the Politics of Change in Imperial Russia. DeKalb: Northern Illinois University Press, 1990. (In Eng.).
29. Russia’s Great Reforms / ed. B. Eklof, J. Bushnell, L. Zakharova, 1855–1881. Michigan: Indiana University Press, 1994. (In Eng.).

Информация об авторах

Мезенцев Сергей Дмитриевич, д-р филос. наук, профессор кафедры истории и филос, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия; perevolochnoe@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6532-0943>. Область научных интересов: социальная философия, философия религии, философия науки и техники, философия истории, социология, политология, экономическая теория, культурология.

Матюхин Андрей Викторович, д-р полит. наук, доцент, профессор кафедры международных отношений и внешней политики России института международных отношений и социально-политических наук, Московский государственный лингвистический университет; профессор кафедры истории и философии, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия; avmpl@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8190-6661> Область научных интересов: политическая философия, история общественной мысли, идеология, геополитика, глобалистика, международные отношения.

Information about the authors

Mezentsev Sergei D., doctor of philosophical sciences, professor, History and Philosophy department, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia; perevolochnoe@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6532-0943>. Research interests: social philosophy, philosophy of religion, philosophy of science and technology, philosophy of history, sociology, political science, economic theory, culturology.

Matyukhin Andrey V., doctor of political sciences, associate professor, International Relations and Foreign Policy of Russia department, Institute of International Relations and Social and Political Sciences (Faculty), Moscow State Linguistic University, Professor of the Department of History and Philosophy, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia; avmpl@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8190-6661>. Research interests: political philosophy, history of social thought, ideology, geopolitics, global studies, international relations.

Вклад авторов в статью

С. Д. Мезенцев – анализ общественно-политической ситуации в России и социально-политических реформ Александра II, разработка методологии исследования, составление библиографии, написание текста.

А. В. Матюхин – сбор материалов, анализ и обсуждение результатов исследования, формулирование выводов.

The authors' contribution to the article

S. D. Mezentsev – analysis of the socio-political situation in Russia and the socio-political reforms of Alexander II, development of research methodology, compilation of a bibliography, writing a text.

A. V. Matyukhin – collection of materials, analysis and discussion of the results of the study, formulation of conclusions.

Для цитирования

Мезенцев С. Д., Матюхин А. В. Либеральные социально-политические реформы Александра II: причины, сущность, характер // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29, № 4. С. 150–160. DOI: : 10.21209/2227-9245-2023-29-4-150-160.

For citation

Mezentsev S. D., Matyukhin A. V. Liberal socio-political reforms of Alexander II: causes, essence, nature // Transbaikalian State University Journal. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 150–160. DOI: 10.21209/2227-9245-2023-29-4-150-160.

Итоги Плаксинских чтений – 2023

2–6 октября 2023 г. в г. Москве состоялась Международная конференция «Современные проблемы комплексной и глубокой переработки природного и нетрадиционного минерального сырья» (Плаксинские чтения – 2023). Открыл научное мероприятие идейный вдохновитель и сопредседатель оргкомитета – В. А. Чантурия, академик РАН, доктор технических наук, советник РАН, председатель Научного совета РАН по проблемам обогащения полезных ископаемых, главный научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем комплексного освоения недр имени академика Н. В. Мельникова Российской академии наук». На конференции с пленарными лекциями и секционными докладами выступали известные и авторитетные учёные: действительные члены Российской академии наук, члены-корреспонденты РАН, доктора и кандидаты наук, представители компаний лидеров горного кластера, входящих в ассоциацию НП «Горнопромышленники России», а также молодые учёные. На заседаниях пяти секций делался акцент на современных проблемах, стоящих перед учёными и представителями бизнеса, рассматривались пути их эффективного решения на основе инновационных процессов комплексной и глубокой переработки стратегического минерального сырья. Тематические направления охватывали практически весь спектр актуальных вопросов, начиная с изучения минеральной составляющей, процессов рудоподготовки, физико-химических методов обогащения, гидromеталлургических методов переработки труднообогатимого сырья и заканчивая утилизацией отходов горного производства, вкладом инжиниринговых компаний в импортозамещение. Научный форум принял решение Международной конференции, которое направлено на выполнение перечня поручений по результатам проверки исполнения законодательства и решений Президента, ориентированных на развитие перспективной минерально-сырьевой базы.

The Results of the Plaksin Readings – 2023

An international conference "Modern problems of complex and deep natural and non-traditional mineral raw materials processing" (Plaksin Readings – 2023) was held in Moscow on October 2–6, 2023. The scientific event was opened by the ideological inspirer and co-chairman of the organizing committee – V. A. Chanturia, academician of the Russian Academy of Sciences, doctor of technical sciences, adviser of the Russian Academy of Sciences, chairman on problems of mineral enrichment of the scientific council of the Russian Academy of Sciences, chief researcher of the Federal State Budgetary Institution of Science "Institute of Integrated Subsoil Development Problems named after Academician N. V. Melnikov, Russian Academy of Sciences". Well-known and reputable scientists made plenary lectures and sectional reports at the conference. Among them were full members of the Russian Academy of Sciences, corresponding members of the Academy, doctors and candidates of sciences, representatives of the companies, who are the leaders of the mining cluster, members of the association NP "Mining Industry of Russia", as well as young scientists. The meetings were organized in the five sections. Great attention was paid to the current problems facing scientists and business representatives, and ways to effectively solve them based on innovative processes of complex and deep processing of strategic mineral raw materials. The thematic areas covered almost the entire range of topical issues, starting with the study of the mineral component, ore preparation processes, physical and chemical methods of enrichment, hydrometallurgical methods of processing difficult-to-enrich raw materials and with the result of mining waste disposal and contribution of engineering companies to the import substitution. The Scientific Forum adopted the decision of the International Conference, which is aimed at fulfilling the list of instructions based on the results of checking the legislation and presidential decisions implementation, aimed at developing a promising mineral resource base.

РЕШЕНИЕ Международной конференции «Современные проблемы комплексной и глубокой переработки природного и нетрадиционного минерального сырья» (Плаксинские чтения – 2023).

Научный совет Российской академии наук по проблемам обогащения полезных

ископаемых, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем комплексного освоения недр имени академика Н. В. Мельникова Российской академии наук» (ИПКОН РАН), Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «На-

циональный исследовательский технологический университет «МИСИС» (НИТУ «МИСИС»), Отделение наук о Земле Российской академии наук провели 2–6 октября 2023 г. в г. Москве на базе НИТУ «МИСИС» международную конференцию «Современные проблемы комплексной и глубокой переработки природного и нетрадиционного минерального сырья» (Плаксинские чтения – 2023).

В конференции приняли участие 23 члена Научного совета РАН по проблемам обогащения полезных ископаемых, более 250 представителей из 67 организаций, в том числе 16 академических и 10 отраслевых институтов, 13 университетов и институтов, 3 зарубежных института, 6 крупных горно-металлургических компаний и 13 инжиниринговых компаний, в том числе 2 общественные организации, 3 редакции профильных научных журналов. В числе авторов докладов 3 действительных члена Российской академии наук, 2 член-корреспондента РАН, представители ассоциации НП «Горнопромышленники России», 45 докторов наук, 52 кандидата наук, 48 молодых учёных. На конференции было заслушано 13 пленарных лекций, на 5 секциях представлено 117 докладов.

«Плаксинские чтения» связаны с именем член-корреспондента АН СССР Игоря Николаевича Плаксина – всемирно известного учёного, основателя научной школы в области обогащения полезных ископаемых и гидрометаллургии редких, цветных и благородных металлов, дважды лауреата Государственной премии СССР. В память о нём, начиная с 1977 г., ежегодно проводятся международные научные конференции.

Место проведения глубоко символично. В университете НИТУ «МИСИС» (ранее Московская горная академия) с 1929 по 1967 г. чл.-корр. АН СССР Игорь Николаевич Плаксин преподавал, являлся деканом факультета цветных металлов и заведующим кафедрой металлургии благородных металлов.

Тематика конференции соответствует основополагающим документам по развитию минерально-сырьевой базы России, в том числе:

Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 г., утверждённой распоряжением Правительства РФ от 22.12.2018 г. № 2914, Программе фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030) в соответствии с Постановлением Правительства РФ от

31.12.2020 г. № 3684-р., направление 1.5.7 *Горные науки*; 1.5.7.2 *Комплексная, технологически эффективная и экологически безопасная добыча, обогащение и глубокая переработка минерального сырья* и Постановлению Президиума РАН от 11 апреля 2023 г. № 70 «О состоянии и перспективах развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации».

Пленарные доклады конференции были посвящены анализу современного состояния минерально-сырьевой базы Российской Федерации, основным направлениям её развития для обеспечения сырьевыми ресурсами высокотехнологичных отраслей промышленности. Широкое обсуждение получили актуальные проблемы повышения эффективности процессов обогащения и гидрометаллургической переработки различных видов полезных ископаемых, разработка и использование новых технологий и оборудования для извлечения ценных компонентов, применение цифровых технологий в горном деле и обогащении.

В основополагающих докладах академика РАН Н. С. Бортникова (ИГЕМ РАН) «Минеральные ресурсы высокотехнологичных металлов в России: проблемы и перспективы» и академика РАН В. А. Чантурия (ИПКОН РАН) «Роль инновационных технологий обогащения и глубокой переработки минерального сырья в развитии минерально-сырьевой базы России» представлен детальный анализ современного состояния и стратегия развития минерально-сырьевого комплекса Российской Федерации за счёт вовлечения в переработку комплексных руд сложного вещественного состава и техногенного сырья, показана роль новых отечественных технологий в обеспечении высокотехнологичной промышленности стратегическими металлами.

Р. И. Исмагиловым с соавторами (УК МЕТАЛЛОИНВЕСТ) сделан доклад о разработанной инновационной технологии производства железорудных «суперконцентратов» для получения DRI окатышей. Технология прошла успешные промышленные испытания на АО «Михайловский ГОК им. А. В. Варичева». Чл.-корр. РАН Т. Н. Александровой (СПБГУ) представлен обзор отечественных технологий переработки упорных золотосодержащих руд, рассмотрены проблемы и предложены пути их решения при обогащении данного вида сырья с применением энергетических, физико-химических воздействий для снижения фактора упорности руды к переработке

с одновременным повышением фактора экологической безопасности производства.

В пленарных лекциях ведущими учёными были также:

– обсуждены перспективы интенсификации процессов глубокой переработки алмазосодержащего сырья природного и техногенного происхождения, разработан комплекс инновационных физических и физико-химических методов повышения контрастности технологических свойств алмазов, обеспечивающих получение качественных концентратов широкого класса крупности в операциях тяжелосредной, магнитной липкостной и рентгенолюминесцентной сепарации;

– представлено научно-методическое обоснование минералогических критериев изучения и оценки месторождений упорных высокодисперсных полиминеральных руд, в том числе редкометального сырья и предложены новые отечественные хелатообразующие реагенты для флотационного извлечения цветных и благородных металлов из труднообогатимых руд;

– показаны результаты усовершенствования гидрометаллургических процессов с применением экологически безопасных растворителей на примере золотосодержащих, золотосурьмяных и урановых руд;

– дан анализ состояния технологий обогащения золотосодержащих россыпных и техногенных месторождений золота и предложены пути совершенствования схем и оборудования для гравитационного обогащения золотосодержащих песков;

– рассмотрен вопрос технологического суверенитета в минерально-промышленном комплексе России и возможности единой платформы по импортозамещению и предложено решение критических задач ресурсобеспечения за счёт глубокой и комплексной переработки горнопромышленных отходов;

– приведены уникальные сведения об истории создания и развития научно-педагогической школы обогатителей в стенах Московской горной академии – НИТУ «МИСИС».

На секции «Современные технологические решения в процессах переработки минерального сырья» представлено 11 докладов, в том числе 2 молодых учёных.

В докладах отражены актуальные вопросы создания цифровых двойников технологических процессов глубокой переработки минерального сырья. Кононенко Р. В. (Иркутский национальный исследовательский технический университет).

Представлены научно-методические основы создания эффективных технологий получения высококачественного железорудного сырья для DRI процессов в металлургии. Рассмотрены вопросы оптимизации конфигурации обогатительно-металлургического комплекса норильского дивизиона. Предложены подходы к разработке адаптивных моделей технологических систем переработки полезных ископаемых. Представлены результаты разработки и опробования технологии извлечения слабо- и аномально люминесцирующих алмазов в процессе РЛС с применением люминофорсодержащих реагентов-модификаторов, рассмотрена эффективная технология переработки окисленных руд месторождения Куранды в Кыргызской Республике флотационными способами, обоснованы результаты исследований по вовлечению в переработку лежалых отвалов предприятий золотодобывающей отрасли с целью расширения сырьевой базы, технологические решения экологических проблем теплоэнергетики, возможность обогащения высокосорбционно-активных золотосодержащих руд.

На секции «Технологическая минералогия, рудоподготовка, тонкое и сверхтонкое измельчение минерального сырья» представлено докладов 18, в том числе 5 докладов молодых учёных.

Рассмотрены минералого-технологические особенности нетрадиционных полезных ископаемых (каолины, бокситы, асфальтиты и др.), отличающихся комплексностью, с перспективой извлечения не только основных промышленно ценных минералов, но и сопутных (цветных, редких, в т. ч. редкоземельных минералов). Следует отметить доклады по технологической минералогии литиевых пегматитов, графита, графитсодержащих и угольных техногенных отходов, которые сегодня могут рассматриваться в качестве источника стратегически важных металлов. Большинство докладов по технологической минералогии были ориентированы на решение проблем импортозамещения конкретных видов минерального сырья. В рамках рассмотрения вопросов дезинтеграции и рудоподготовки было акцентировано внимание на методологических и практических аспектах управлением качеством подготовки сырья к процессам обогащения, в том числе селективному раскрытию минеральных сростков.

На секции «Флотация, гравитация, магнитная и электромагнитная сепарация» было заслушано 38 докладов, в том числе 10 до-

кладов молодых учёных. В докладах представлены новые технологические решения в области флотационных, гравитационных, магнитных, электромагнитных методов обогащения полезных ископаемых сложного минерального состава (в том числе, руды благородных, цветных, редких и тяжелых металлов, уголь, горно-химическое сырье и отходы горно-металлургической промышленности). Представлены результаты фундаментальных исследований в области теории флотации и механизмов взаимодействия реагентов с поверхностью минералов. В условиях сложившейся ситуации остро встает вопрос импортозамещения и ряд докладов был посвящён научному обоснованию и разработке новых классов флотационных реагентов, обеспечивающих повышение извлечения и качество получаемых концентратов из природного и техногенного сырья сложного вещественного состава. Перспективным направлением является применение термочувствительных полимеров, хелато- и комплексообразующих собирателей, сложных комплексных депрессоров для углеродистых компонентов и породообразующих минералов.

Ряд докладов посвящён вопросам совершенствования технологии и оборудования при обогащении минерального и техногенного сырья различного состава. Для магнетитовых руд обоснован реагентный режим обратной катионной флотации с получением концентрата высокого качества, а также обосновано применение диэлектрического барьерного разряда для повышения технологических показателей при флотационном обогащении железистых кварцитов. Предложены инновационные технологии переработки алмазосодержащего сырья с использованием селективных реагентов-модификаторов на поверхности алмазов, перспективные методом доводки железосодержащих материалов с использованием новых реагентных режимов, импульсных воздействий и новых конструкций магнитных гидроциклонов. В области переработки оловянных руд предложена усовершенствованная технология электромагнитной доводки гравитоцентратов. Для переработки отвалных хвостов обогащения угля рекомендовано использование винтовой сепарации, как экологичного и эффективного метода. Рассмотрены технологические решения в области совершенствования вспомогательных процессов (сгущение, водоподготовка и пр.).

На секции «Комплексная переработка минерального сырья. Гидрометаллургические процессы» представлено 18 докладов, в том числе 6 докладов молодых учёных. Тематика докладов охватывает актуальные вопросы и различные аспекты технологий комплексной и глубокой переработки минерального сырья различного генезиса.

Приведены результаты промышленного применения бактериального окисления железа при подземном выщелачивании урана на одном из объектов Республики Казахстан, показаны научно-методические основы и анализ применения разрядно-импульсных технологий в процессах селективной дезинтеграции и комплексной переработки минерального сырья, представлены результаты исследования влияния энергетических воздействий на кинетику выщелачивания РЗЭ из нетрадиционного сырья. В ряде докладов обсуждались актуальные вопросы переработки руд цветных металлов – медно-колчеданных, медно-никелевых, медно-порфириновых. Приведены результаты разработки эффективной технологии комплексной переработки обеднённых цинком медно-колчеданных руд с получением товарных медного и цинкового концентратов, а также исследований процесса биовыщелачивания никель-медной руды с применением термотолерантного микробного сообщества.

На секции также рассмотрены вопросы вовлечения в переработку техногенного и некондиционного сырья – лежалых хвостов, шламов, кеков выщелачивания, золошлаковых отходов и другого с целью доизвлечения драгоценных, редких и редкоземельных металлов, расширения сырьевой базы, решения экологических проблем недропользования. Представлены результаты исследования процесса извлечения РЗМ и циркония из азотнокислых растворов с применением в качестве сорбентов на основе сверхсшитого полистирола.

На секции «Переработка техногенного сырья. Экологические и экономические аспекты» заслушано 32 доклада, в том числе 12 докладов молодых учёных.

Обсуждались подходы к решению критических задач ресурсосбережения и повышения экологической безопасности при вовлечении в глубокую и комплексную переработку нетрадиционного минерального сырья – горнопромышленных отходов. В докладах представлены результаты научных исследований и новые технологические решения по вовле-

чению в эколого-ориентированную переработку техногенных вод алмазных предприятий, шлаков медеплавильного производства, графитированных металлургических пылей, лежалых хвостов золотоизвлекательных фабрик, пластовых рассолов газоконденсатных месторождений, вольфрамсодержащих техногенных отвалов, сыннырита, борогипса, отходов переработки фторсодержащего и других видов сырья. Показана перспективность получения из техногенного сырья новых продуктов и изделий: сорбентов тяжёлых металлов и нефтепродуктов, металлсодержащих концентратов, щелочных и редких металлов, пеносиликата и керамических материалов, безхлоридных калийсодержащих удобрений, волластонита, пигментов и др. Рассмотрены вопросы мониторинга природных экосистем по спутниковым данным, медико-экологического состояния в зоне влияния горнопромышленных предприятий, создания геохимических барьеров для очистки техногенных вод, рекультивации и фиторемедиации земель, нарушенных в процессе деятельности горно-обогатительных производств.

Конференция отмечает важность результатов научно-исследовательских работ, представленных в докладах на конференции. Доклады имеют высокий уровень, как фундаментальных, так и прикладных исследований. Экспериментальные результаты, научные разработки и предлагаемые технологии представляют несомненный интерес и будут востребованы в реальном секторе экономики.

Значительная часть докладов была представлена молодыми учёными, что подтверждает преемственность и высокий уровень научных школ в области обогащения полезных ископаемых. По результатам конкурса в рамках проведения конференции «Плаксинские чтения – 2023» за наиболее интересные теоретические и экспериментальные результаты в области переработки минерального сырья 6 (шесть) молодых ученых награждены дипломами и памятным подарками.

Особо следует отметить работу коллективов ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ», НИТУ «МИСИС» и института ТОМС, разработавших инновационную технологию производства железорудных суперконцентратов на Лебединском ГОКе, пригодных для получения высококачественных DRI окатышей, а также позволяющую снизить негативное воздействие на экологическую среду. Данный продукт не имеет аналогов в мире.

Норильский дивизион ПАО «ГМК «Норильский никель» разработал и внедрил технологию обогащения отвального малоникелистого пирротинового продукта Талнахской обогатительной фабрики, проведена оптимизация конфигурации обогатительно-металлургических мощностей дивизиона с переработкой одной части дообогащенного продукта гидromеталлургическим способом, и другой – совместно с концентратом Норильской обогатительной фабрики на пирометаллургическом переделе, что обеспечило значительный технологический и экологический эффект.

Необходимо подчеркнуть вклад инжиниринговых компаний в импортозамещение: ООО НПК «СПИРИТ» разработал высокоэффективную экологически безопасную технологию извлечения россыпного золота из золотосодержащих отходов и технологические решения по вопросам «зеленой энергетики»; АО «СОМЕКС» создало отечественное промышленное оборудование для флотационного обогащения; ООО «НТЦ «БАКОР» – высокоэффективное оборудование для обезвоживания и фильтрации; ЗАО «ИТОМАК» – отечественное центробежное оборудование для обогащения рудного и россыпного золота; ООО НТЦ «ЭРГА» – электрические и магнитные сепараторы; ООО «ФЛОТЕНТ КЕМИКАЛС РУС» наладил производство отечественных флотационных реагентов для извлечения цветных и благородных металлов; ООО «БЕНТОНИТ ХАКАСИИ» разработало новые композиции связующих для производства высококачественных железорудных окатышей. На полях конференции компания ООО «СИАМС» продемонстрировала свои разработки: современные методики и приборную базу оптико-геометрического анализа.

Конференция считает целесообразным: в соответствии с поручением Президента Российской Федерации от 28 июня 2022 г. № Пр-1130 для достижения технологического суверенитета и обеспечения высокотехнологичных отраслей промышленности России стратегическими металлами и другими ресурсами на основе комплексной и экологически безопасной переработки природного и техногенного минерального сырья сконцентрировать исследования ведущих организаций и инжиниринговых компаний в области переработки минерального сырья на:

– развитию фундаментальных и прикладных исследований (ИПКОН РАН, ИППС КНЦ РАН, АК «АЛРОСА») по созданию новых

продуктов и материалов из нетрадиционного минерального сырья;

– разработке эффективных технологий (ВИМС, ИрННТУ, ГоИ КНЦ РАН) и проведение их апробации по извлечению лития из рудного сырья Колмозерского и Полмостундровского месторождений и рассолов;

– проведении совместных исследований академических институтов (ИПКОН РАН, ГиКНЦ РАН), вузов (СПбГУ, ИрННТУ) и инженеринговых компаний (ООО «ФЛОТЕНТ КЕМИКАЛС РУС») по созданию отечественных реагентов собирателей и модификаторов;

– проведение укрупнённых испытаний новых технологий (ИПКОН РАН, МГТУ им. Г. И. Носова, АК «АЛРОСА») по обогащению отходов обогащения медно-цинковых руд и извлечению ценных компонентов из техногенных вод и получения вторичной продукции при обогащении алмазсодержащих кимберлитов;

– разработку гравитационно-магнитной технологии (ВИМС, АО «Запсибруд») получения марганцевых концентратов из труднообогатимых марганцевых руд месторождений Усинское и Порожинское;

– развитию исследований по научному обоснованию и разработке физико-химических основ технологий комплексной и глубокой переработки отходов с получением селективных минеральных сорбентов редких и редкоземельных элементов на основе сапонитов и смектитов; удобрений и глинозема на основе сынныритов; пигментов на основе диоксида титана и оксида железа; игольчатого волластонита из отходов производства борной кислоты на базе Дальневосточного ГОКа; щелочных и редких металлов из техногенных месторождений Ярославского ГОКа;

– разработке и экспериментальной апробации экологощадящих бесцианидных, гравитационных, комбинированных и других технологий переработки хвостов обогатительных фабрик;

– развитие исследований, направленных на мониторинг состояния окружающей среды горнопромышленных предприятий и

совершенствования технологий оборотного водоснабжения.

Провести в 2024 г. Плаксинские чтения – 2024 «Инновационные процессы обогащения и глубокой переработки редкометалльного сырья и комплексных руд цветных и чёрных металлов», которые пройдут в Горном институте Кольского научного центра РАН (г. Апатиты).

Работа Международной конференции «Современные проблемы комплексной и глубокой переработки природного и нетрадиционного минерального сырья» (Плаксинские чтения – 2023) освещалась в средствах массовой информации (он-лайн ресурс НИТУ «МИСИС»).

Материалы конференции опубликованы в сборнике «Современные проблемы комплексной и глубокой переработки природного и нетрадиционного минерального сырья» (Плаксинские чтения – 2023), 3–6 октября 2023 г. – М.: Спутник, 2023. – 567 с., ISBN 978-5-9973-6703-9; DOI: <https://doi.org/10.25663/6703-9>, постатейно размещаются на сайте научной электронной библиотеки (elibrary.ru), интегрированной с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ), электронная версия доступна на сайте Плаксинских чтений.

Конференция обращается с просьбой к редакциям журналов, входящих в издательскую группу «Руда и металлы», редакции журнала «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых» и «Вестник ЗабГУ» поместить информацию о проведенной международной конференции «Плаксинские чтения – 2023» и опубликовать наиболее интересные доклады в специальных выпусках.

Участники выражают благодарность генеральному спонсору ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ», титульному спонсору Группе компаний ТОМС за финансовую поддержку в организации конференции и признательны НИТУ «МИСИС» за проведение конференции на высоком научно-техническом уровне.

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ
ANNIVERSARY DATES

Академику Валентину Алексеевичу Чантурия – 85 лет

Academician Valentin Alekseevich Chanturia is 85 years old

Глубокоуважаемый Валентин Алексеевич!
От лица профессорско-преподавательского состава университета
и себя лично поздравляю Вас с 85-летним Юбилеем!

Вы, как академик Российской академии наук, профессор, по достоинству оценены государственными наградами и по праву являетесь учёным с мировым именем и залогом процветания нашей страны и гордости за неё.

Благодаря Вашей успешной деятельности в качестве руководителя ведущей научной школы России «Физико-химические методы разделения минеральных компонентов в процессах обогащения полезных ископаемых», председателя Научного совета РАН по проблемам обогащения полезных ископаемых, председателя диссертационного совета по научным специальностям «Обогащение полезных ископаемых» и «Геоэкология», вице-президента Международного Совета Международного конгресса по обогащению полезных ископаемых, заместителя академика-секретаря ОНЗ РАН, наука не стоит на месте, задаётся высокая планка качественных показателей результативности и создаются условия для реализации созидательной силы инновационного пути развития России.

Международные совещания «Плаксинские чтения», ежегодно проводимые под Вашим председательством, начиная с 1978 г., – это отличная школа мастерства и экологической ответственности для нескольких поколений учёных и производственников, платформа и трибуна пропаганды новых направлений фундаментальных исследований и прогрессивных технологий комплексной и глубокой переработки природного и техногенного минерального сырья, которые являются удивительно ярким примером прогресса на стыке наук.

Под Вашим руководством подготовлено 45 докторов и кандидатов технических наук. Неизменная любовь к выбранному делу, научное наследие: более 450 научных трудов, в том числе 15 монографий, 55 изобретений и патентов будут вдохновлять следующие поколения учёных и специалистов.

Со всей теплотой и искренностью примите в свой Юбилей, Валентин Алексеевич, пожелания здоровья, долгих лет жизни, новых творческих свершений и пусть Вас всегда окружают любящие и родные люди, единомышленники, надёжные друзья и партнёры.

И. о. ректора

О. О. Мартыненко

14 октября 2023 г.

СТРАНИЦА ПАМЯТИ



Анатолий Григорьевич Кирдяшкин (20 мая 1937 – 10 апреля 2023) – ведущий учёный в области исследования свободной конвекции и глубинных геодинамических процессов.

Родился в с. Разино Шемонаихинского района Восточно-Казахстанской области. В 1959 г. окончил Томский политехнический институт по специальности «Инженер-теплоэнергетик». Трудовую деятельность начал в 1959 г. в качестве старшего лаборанта отдела энергетики Восточно-Сибирского филиала СО АН СССР (г. Иркутск); далее работал в лаборатории комплексных методов использования топлива ЭНИН АН СССР в должности инженера (1960). В 1960–1961 гг. – инженер, затем старший инженер Уральского отделения организации и рационализации государственных районных электрических станций (г. Свердловск).

Свой научный путь Анатолий Григорьевич начал с 1961 г. в Сибирском отделении АН СССР в Институте теплофизики в должности младшего научного сотрудника, в 1969 г. – старшего научного сотрудника лаборатории термогазодинамики, с 1976 г. – лаборатории жидкостей с переменной структурой, затем лаборатории теплообмена и реодинамики. В 1966 г. защищена кандидатская диссертация «Трение и теплообмен при тепловой

гравитационной конвекции и в поле центробежных сил», в 1976 г. – диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук «Структура тепловых гравитационных течений вблизи поверхности теплообмена».

Второй этап научной деятельности начался с 1983 г. в Институте геологии и геофизики СО АН СССР. А. Г. Кирдяшкин занимался исследованиями глубинных геодинамических процессов в должности старшего (1983), ведущего научного сотрудника (1986), заведующего лабораторией физического и химического моделирования геологических процессов (1986–2006), главного (2006–2015), ведущего научного сотрудника (2015–2023) лаборатории физического и химического моделирования геологических процессов Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН. Анатолий Григорьевич (вместе с академиком Н. Л. Добрецовым) являлся одним из создателей научного направления глубинной геодинамики в ИГМ СО РАН и бессменным научным руководителем лаборатории физического и химического моделирования геологических процессов.

Анатолий Григорьевич является автором более 170 публикаций в ведущих российских и зарубежных научных журналах. В 1997 г. за цикл трудов «Глубинная геодинамика» доктору технических наук, заведующему лабораторией А. Г. Кирдяшкину (в авторском коллективе) присуждена Государственная премия Российской Федерации в области науки и техники. В 2008 г. А. Г. Кирдяшкину присуждена Государственная награда Российской Федерации и присвоено почётное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации». Издана монография «Тепловые гравитационные течения и теплообмен в астеносфере». Результаты геодинамических исследований А. Г. Кирдяшкина опубликованы в фундаментальной монографии Н. Л. Добрецова и А. Г. Кирдяшкина «Глубинная геодинамика». Переработанная и дополненная монография «Deep-Level Geodynamics» издана на английском языке в 1998 г.

В 2001 г. опубликована книга Н. Л. Добрецова, А. Г. Кирдяшкина, А. А. Кирдяшкина «Глубинная геодинамика», переработанная и дополненная.

С 2018 г. А. Г. Кирдяшкин значился членом Редакционного совета научного журнала «Вестник Забайкальского государственного университета»: им прорецензирован целый ряд важных статей, посвященных теоретическому и лабораторному моделированию тепловой и гидродинамической структуры плюмов, исследованию тепло- и массопереноса в расплаве грибообразной головы плюма, образования поднятий под воздействием плюмов, не достигших поверхности, изучению геодинамических процессов в склонах таких поднятий, исследованию геодинамической структуры верхне- и нижнемантийных конвективных течений.

В 1991–2003 гг. Анатолий Григорьевич преподавал на Геолого-геофизическом факультете Новосибирского государственного университета: профессор кафедр геофизики (1993) и минералогии и петрографии (1999). Читал студентам ГГФ НГУ курсы лекций «Геодинамическое моделирование», «Геодинамика».

Редакционная коллегия и редакционный совет журнала «Вестник Забайкальского государственного университета» выражает глубокие соболезнования родным, близким, коллегам и ученикам Анатолия Григорьевича Кирдяшкина.

**Перечень требований и условий публикации статей в научном журнале
«Вестник Забайкальского государственного университета»**

Правила публикации статей в журнале

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.

2. Объем статьи не должен превышать 1 а. л. = 40 тыс. знаков (с пробелами и учетом 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!

3. Редакционная коллегия оставляет за собой право на научное и литературное редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта. За точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

4. Редакционная коллегия оставляет за собой право отклонить статью, которая не соответствует Перечню требований.

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.

6. Присланные материалы исследований редакция проверяет в системе «Антиплагиат» (info@antiplagiat.ru). Оригинальность текста, в соответствии с приказом №413 от 15.12.2021 г. «О проверке на объём заимствований, в том числе содержательного, выявления неправомерных заимствований текстов работ, выполняемых в ЗабГУ»), должна составлять не менее 75%.

7. Редакция высылает по запросу автора в PDF-формате справку, при наличии положительной рецензии от главного редактора, о публикации для отчета перед ГРАНТОДАТЕЛЕМ (вместе с запросом в этом случае необходимо приложить проект справки в формате Word).

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).

9. Аспиранты публикуются ТОЛЬКО в соавторстве с научным руководителем.

10. Материалы статьи предоставляются ТОЛЬКО по электронной почте:

vestnik@zabgu.ru;

VestnikZabGU@yandex.ru.

По вопросам публикации статей обращаться к ответственному секретарю – Потаповой Ксении Романовне – по тел.: (3022) 21-86-38. E-mail: vestnik@zabgu.ru; 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 – *Потаповой Ксении Романовны*

тел.: (3022) 21-86-38.

vestnik@zabgu.ru; 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. 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.
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!
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.
4. The Editorial Board reserves the right to reject an article that does not comply with the List of Requirements.
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.
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 of the Government of the Republic of Buryatia dated 15.03.2021 "On checking the volume of borrowings, including content, identifying unauthorized borrowings of texts of works performed at ZabSU", must be at least 75%.
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).
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).
9. Graduate students are published ONLY in collaboration with their supervisor.
10. Article materials are provided ONLY by email: vestnik@zabgu.ru; 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 –

Potapova Ksenia Romanovna

tel.: (3022) 21-86-38.

vestnik@zabgu.ru; VestnikZabGU@Yandex.ru