

Научный журнал

Учредитель и издатель:

ФГБУН Институт морской геологии и геофизики
Дальневосточного отделения
Российской академии наук

Издаётся с января 2017 г.

Периодичность издания 4 раза в год

Scientific journal

Founder and Publisher:

Institute of Marine Geology and Geophysics
of the Far Eastern Branch
of the Russian Academy of Sciences

Published since January 2017

Periodicity: Quarterly

Основная задача журнала – информирование научной общественности, российской и зарубежной, о результатах изучения геосистем переходных зон Земли и связанных с ними проблем геофизики, геологии, геодинамики, сейсмологии, геоэкологии и других наук.

The main objective of the journal is informing of scientific community, Russian and foreign, about the results of researches in geosystems of the Earth's transition zones and related problems of geophysics, geology, geodynamics, seismology, geoecology and other sciences.

Журнал:

- индексируется в **Российском индексе научного цитирования (РИНЦ)**;
- регистрируется в системе **CrossRef**. Научным публикациям присваивается идентификатор – DOI;
- включен в каталог **Ulrich's Periodicals Directory**;
- включен в международную базу научных журналов открытого доступа – **Directory of Open Access Journals (DOAJ)**;
- входит в **Перечень ВАК** – Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, доктора наук по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям науки: :

- 1.6.1. Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика (*геолого-минералогические*)
 - 1.6.3. Петрология, вулканология (*геолого-минералогические*)
 - 1.6.9. Геофизика (*геолого-минералогические; физико-математические*)
 - 1.6.14. Геоморфология и палеогеография (*географические*)
 - 1.6.17. Океанология (*географические; геолого-минералогические; физико-математические*)
 - 1.6.20. Геоинформатика, картография (*физико-математические*)
 - 1.6.21. Геоэкология (*географические; геолого-минералогические*)
 - 1.5.15. Экология (*биологические*)
 - 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела (*технические; физико-математические*)
- отнесен в Перечне ВАК к журналам II квартиля (K2).

The Journal is:

- indexed in **Russian Science Citation Index (RISC)**;
 - registered in the **CrossRef** system. Scientific publications are assigned an individual identifier DOI;
 - included in the **Ulrich's Periodicals Directory** database;
 - included in the **Directory of Open Access Journals (DOAJ)**;
 - included in the **VAK List** – the List of peer reviewed scientific journals, in which main scientific results of dissertations for the Candidate of Sciences and Doctor of Sciences degrees in the following scientific specialties and corresponding branches of science should be published:
- 1.6.1. General and regional geology. Geotectonics and geodynamics (*Geology and Mineralogy*)
 - 1.6.3. Petrology and volcanology (*Geology and Mineralogy*)
 - 1.6.9. Geophysics (*Geology and Mineralogy; Physics and Mathematics*)
 - 1.6.14. Geomorphology and Paleogeography (*Geography*)
 - 1.6.17. Oceanology (*Geography; Geology and Mineralogy; Physics and Mathematics*)
 - 1.6.20. Geoinformatics and cartography (*Physics and Mathematics*)
 - 1.6.21. Geoecology (*Geography; Geology and Mineralogy*)
 - 1.5.15. Ecology (*Biology*)
 - 1.1.8. Mechanics of deformable solids (*Physics and Mathematics; Engineering*)
- it is assigned to the K2 quartile in the VAK list.

Адрес учредителя и издателя

ИМГиГ ДВО РАН
ул. Науки, 16, Южно-Сахалинск, 693022
Тел./факс: (4242) 791517
E-mail: gtrz-journal@mail.ru
Сайт: <http://journal.imgg.ru>

Postal address

IMGG FEB RAS
1B, Nauki Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693022
Tel. / Fax: (4242) 791517
E-mail: gtrz-journal@mail.ru
Website: <http://journal.imgg.ru>

© ИМГиГ ДВО РАН, 2023

Редакционная коллегия*Главный редактор*

Завьялов Петр Олегович, член-корреспондент РАН, д-р геогр. наук, заместитель директора, руководитель лаборатории взаимодействия океана с водами суши и антропогенных процессов, Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва

Заместитель главного редактора

Богомолов Леонид Михайлович, д-р физ.-мат. наук, директор, Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск

Ответственный секретарь

Прытков Александр Сергеевич, канд. физ.-мат. наук, Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск

- **Адушкин Виталий Васильевич**, академик РАН, д-р физ.-мат. наук, Институт динамики геосфер РАН; Московский физико-технический институт, Москва
- **Алексанин Анатолий Иванович**, д-р техн. наук, Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Владивосток
- **Быков Виктор Геннадьевич**, д-р физ.-мат. наук, Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, Хабаровск
- **Закупин Александр Сергеевич**, канд. физ.-мат. наук, Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск – *зам. главного редактора*
- **Ковалев Дмитрий Петрович**, д-р физ.-мат. наук, Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск
- **Кочарян Геворг Грантович**, д-р физ.-мат. наук, профессор, Институт динамики геосфер РАН, Москва
- **Куркин Андрей Александрович**, д-р физ.-мат. наук, профессор, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород
- **Лабай Вячеслав Степанович**, д-р биол. наук, Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Южно-Сахалинск
- **Левин Владимир Алексеевич**, академик РАН, д-р физ.-мат. наук, профессор, Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Владивосток; Институт механики МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва
- **Лучин Владимир Александрович**, д-р геогр. наук, Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток
- **Марапупец Юрий Валентинович**, д-р физ.-мат. наук, доцент, Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, Камчатский край, Паратунка
- **Огородов Станислав Анатольевич**, профессор РАН, д-р геогр. наук, чл.-корр. РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва
- **Плехов Олег Анатольевич**, чл.-корр. РАН, д-р физ.-мат. наук, профессор, Институт механики сплошных сред УрО РАН, Пермь
- **Разжигаяева Надежда Глебовна**, д-р геогр. наук, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток
- **Ребetsкий Юрий Леонидович**, д-р физ.-мат. наук, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва
- **Родкин Михаил Владимирович**, д-р физ.-мат. наук, Международный институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН, Москва
- **Рыбин Анатолий Кузьмич**, д-р физ.-мат. наук, Научная станция РАН в г. Бишкеке, Бишкек, Киргизия
- **Сасорова Елена Васильевна**, д-р физ.-мат. наук, Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва

Editorial Board*Editor-in-Chief*

Peter O. Zav'yalov, Corr. Member of the RAS, Dr. Sci. (Geography), Deputy Director, Head of the Laboratory of land-ocean interactions and the anthropogenic impact, P.P. Shirshov Institute of Oceanology of RAS, Moscow, Russia

Deputy Editor-in-Chief

Leonid M. Bogomolov, Dr. Sci. (Phys. and Math.), Director, Institute of Marine Geology and Geophysics of the FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Executive Secretary

Alexander S. Prytkov, Cand. Sci. (Phys. and Math.), Institute of Marine Geology and Geophysics of the FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk

- **Vitaly V. Adushkin**, Academician of RAS, Dr. Sci. (Phys. and Math.), Institute of Geosphere Dynamics of RAS; Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow
- **Anatoly I. Alexanin**, Dr. Sci. (Eng.), The Institute of Automation and Control Processes of the FEB RAS, Vladivostok
- **Victor G. Bykov**, Dr. Sci. (Phys. and Math.), Yu.A. Kosygin Institute of Tectonics and Geophysics of the FEB RAS, Khabarovsk
- **Alexander S. Zakupin**, Cand. Sci. (Phys. and Math.), Institute of Marine Geology and Geophysics of the FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk – *Deputy Editor-in-Chief*
- **Dmitry P. Kovalev**, Dr. Sci. (Phys. and Math.), Institute of Marine Geology and Geophysics of the FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk
- **Gevorg G. Kocharyan**, Dr. Sci. (Phys. and Math.), Professor, Institute of Geosphere Dynamics of RAS, Moscow
- **Andrei A. Kurkin**, Dr. Sci. (Phys. and Math.), Professor, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, Nizhniy Novgorod
- **Vyacheslav S. Labay**, Dr. Sci. (Biology), Sakhalin Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Yuzhno-Sakhalinsk
- **Vladimir A. Levin**, Academician of RAS, Dr. Sci. (Phys. and Math.), Professor, Institute of Automation and Control Processes of the FEB RAS, Vladivostok; Lomonosov Moscow State University, Moscow
- **Vladimir A. Luchin**, Dr. Sci. (Geogr.), V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute of the FEB RAS, Vladivostok
- **Yuri V. Marapulets**, Dr. Sci. (Phys. and Math.), Associate Professor, Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation of the FEB RAS, Kamchatka Region
- **Stanislav A. Ogorodov**, Professor of RAS, Dr. Sci. (Geogr.), Corr. Member of RAES, Lomonosov Moscow State University, Moscow
- **Oleg A. Plekhov**, Corr. Member of RAS, Dr. Sci. (Phys. and Math.), Professor, Institute of Continuous Media Mechanics of the Ural Branch of RAS, Perm'
- **Nadezhda G. Razjigaeva**, Dr. Sci. (Geogr.), Pacific Institute of Geography of the Far Eastern Branch of RAS, Vladivostok
- **Yuri L. Rebetskiy**, Dr. Sci. (Phys. and Math.), Schmidt Institute of Physics of the Earth of RAS, Moscow
- **Mikhail V. Rodkin**, Dr. Sci. (Phys. and Math.), Institute of Earthquake Prediction Theory and Mathematical Geophysics of RAS, Moscow
- **Anatoly K. Rybin**, Dr. Sci. (Phys. and Math.), Research Station of RAS in Bishkek City, Bishkek, Kyrgyzstan
- **Elena V. Sasorova**, Dr. Sci. (Phys. and Math.), P.P. Shirshov Institute of Oceanology of RAS, Moscow

Редакционная коллегия

- **Сергеева Ирина Вячеславовна**, д-р биол. наук, профессор, Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, Саратов
- **Такахаши Хироаки**, профессор, Институт сейсмологии и вулканологии Университета Хоккайдо, Саппоро, Япония
- **Троицкая Юлия Игоревна**, д-р физ.-мат. наук, профессор, Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород; Нижегородский гос. университет им Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород
- **Христофорова Надежда Константиновна**, д-р биол. наук, профессор, чл.-корр. РАЕН, Заслуженный деятель науки РФ, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток
- **Шакиров Ренат Белалович**, д-р геол.-минер. наук, доцент, Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток
- **Шевченко Георгий Владимирович**, д-р физ.-мат. наук, Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Южно-Сахалинск
- **Шеменда Александр Ильич**, профессор исключительного класса, Университет Ниццы София-Антиполис, Ницца, Франция
- **Ярмолук Владимир Викторович**, академик РАН, д-р геол.-минер. наук, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва

Editorial Board

- **Irina V. Sergeeva**, Dr. Sci. (Biology), Professor, Saratov State Vavilov Agrarian University, Saratov
- **Hiroaki Takahashi**, Professor, Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University, Sapporo, Japan
- **Yuliya I. Troitskaya**, Dr. Sci. (Phys. and Math.), Professor, Institute of Applied Physics of RAS, Nizhniy Novgorod; Lobachevsky University, Nizhniy Novgorod
- **Nadezhda K. Khristoforova**, Dr. Sci. (Biology), Professor, Corr. Member of RAES, Far Eastern Federal University, Vladivostok
- **Renat B. Shakirov**, Dr. Sci. (Geol. and Miner.), Associate Professor, V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute of the FEB RAS, Vladivostok
- **Georgiy V. Shevchenko**, Dr. Sci. (Phys. and Math.), Sakhalin Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Yuzhno-Sakhalinsk
- **Alexandre I. Chemenda (Shemenda)**, Dr. Sci. (Phys. and Math.), Professeur des Universités de Classe Exceptionnelle, Université de Nice Sophia Antipolis, Nice, France
- **Vladimir V. Yarmolyuk**, Academician of RAS, Dr. Sci. (Geol. and Miner.), Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of RAS, Moscow

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. (Регистрационный номер ПИ № ФС 77-73243 от 13.07.2018 г.). Территория распространения – Российская Федерация, зарубежные страны.

Переводчик Качесова Галина Сергеевна

Редактор к.ф.н. **Низяева Галина Филипповна**
Компьютерная верстка **Филимонкина Анна Александровна**
Корректор **Качесова Галина Сергеевна**
Дизайн **Леоненкова Александра Викторовна**

Адрес редакции журнала и типографии:
 693022, Россия, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, 1Б.
 gtrz-journal@mail.ru

Формат 60 × 84 /8. Усл. печ. л. 13.2.
 Тираж 150 экз. Заказ 8023. Свободная цена.
 Дата выхода в свет 28.09.2023.

Подписной индекс в Объединенном интернет-каталоге «Пресса России» (www.pressa-rr.ru) – 80882.

По вопросам распространения обращаться также в редакцию.

Translator Galina S. Kachesova

Editor **Galina Ph. Nizyaeva**, Cand. Sci. (Phylogeny)
Desktop publishing **Anna A. Filimonkina**
Proofreader **Galina S. Kachesova**
Design **Alexandra V. Leonenkova**

Postal address of the Editorial Office and printing house:
 1B, Nauki Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693022.
 gtrz-journal@mail.ru

Sheet size 60 × 84 /8. Conv. print. sheets 13.2.
 Number of copies 150. Order no. 8023. Free price.
 Date of publishing 28.09.2023.

Subscription index in the United web-catalogue "Press of Russia" (www.pressa-rr.ru) – 80882.

Please also contact the Editorial Office for distribution.

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENT

Геофизика. Сейсмология

Н.А. Сычева. Исследование сейсмотектонических деформаций земной коры Алтае-Саянской горной области. Часть I . . . 223

Общая и региональная геология

М.Ф. Крутенко, В.И. Исаев, Г. Лобова. «Палеозойская» нефть Урманского месторождения (юго-восток Западной Сибири) . . . 243

Общая и региональная геология. Океанология

Р.Б. Шакиров, Е.В. Мальцева, А.Л. Веникова, Н.Л. Соколова, А. И. Гресово. Комплексные геолого-геофизические исследования по обоснованию внешней границы континентального шельфа России в Охотском и Восточно-Сибирском морях (2006–2009 гг.): обзор . . . 264

Океанология. Геоинформатика и картография

Г.В. Шевченко, Д.М. Ложкин. Сезонные и межгодовые вариации температуры поверхности моря в Татарском проливе по спутниковым данным . . . 276

Т.А. Воронина, В.В. Воронин. [Метод выбора данных для восстановления формы источника цунами] . . . 292

Механика деформируемого твердого тела

П.Г. Великанов, Ю.П. Артюхин. Исследование по динамике многоэтажных зданий . . . 304

Геоэкология. Геоинформатика, картография

НАУЧНАЯ СМЕНА

М.Н. Маслова. Количественный анализ эколого-хозяйственного баланса и структуры использования земель бассейна р. Туманная . . . 316

Geophysics. Seismology

N.A. Sycheva. Study of seismotectonic deformations of the Earth's crust in the Altai-Sayan mountain region. Part I . . . 223

General and regional geology

M.F. Krutenko, V.I. Isaev, G. Lobova. The Paleozoic oil in the Urman field (the southeast of Western Siberia) . . . 243

General and regional geology. Oceanology

R.B. Shakirov, E.V. Maltseva, A.L. Venikova, N.L. Sokolova, A.I. Gresov. Complex geological and geophysical studies on substantiation of the outer limits of the Russian continental shelf in the Sea of Okhotsk and East Siberian Sea (2006–2009): Review (in Engl., <http://journal.imgg.ru/web/full/f-e2023-3-3.pdf>) . . . 264

Oceanology. Geoinformatics and cartography

G.V. Shevchenko, D.M. Lozhkin. Seasonal and interannual variations in sea surface temperature in the Tatar Strait according to satellite data (in Engl., <http://journal.imgg.ru/web/full/f-e2023-3-4.pdf>) . . . 276

T.A. Voronina, V.V. Voronin. Data selection method for restoring a tsunami source form (in English) . . . 292

Mechanics of deformable solids

P.G. Velikanov, Y.P. Artyukhin. Research on the dynamics of multi-storey buildings . . . 304

Geocology. Geoinformatics and cartography

NEW SCIENTIFIC GENERATION

M.N. Maslova. Quantitative analysis of the ecological and economic balance and the structure of land use in the basin of the Tumannaya River . . . 316

© Авторы 2023 г. Открытый доступ.
Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution
License 4.0 International (CC BY 4.0)



© The Authors 2023. Open access.
Content is available under Creative Commons Attribution
License 4.0 International (CC BY 4.0)

ОБЗОР

УДК 550.84

<https://doi.org/10.30730/gtr.2023.7.3.264-275>
<https://www.elibrary.ru/pkglccg>

Комплексные геолого-геофизические исследования по обоснованию внешней границы континентального шельфа России в Охотском и Восточно-Сибирском морях (2006–2009 гг.): обзор*

Р. Б. Шакиров[@], Е. В. Мальцева[@], А. Л. Веникова, Н. Л. Соколова, А. И. Гресов

[@] E-mail: ren@poi.dvo.ru; ekor@poi.dvo.ru

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия

Резюме. В работе обсуждаются результаты комплексных геолого-геофизических исследований глубинного строения морского дна по профилям «Магадан – Южные Курилы» (2-ДВ-М), «Шантарские острова – Северные Курилы» (1-ОМ) и «Мыс Биллингса – внешняя граница континентального шельфа» (5-АР), выполненных в 2006–2009 гг. в рамках государственной программы экспедиционных работ по обоснованию суверенного права Российской Федерации на континентальный шельф в Охотском и Восточно-Сибирском морях. Головной организацией, осуществлявшей руководство экспедиционными работами, было ФГУНПП «Севморгео», а основными исполнителями – сотрудники Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН. Особый акцент в статье сделан на газогеохимических исследованиях, целью которых являлось установление региональных фоновых и аномальных полей для оценки перспектив поисков нефти, газа и газогидратов. В результате комплексных геолого-геофизических экспедиций под руководством А.А. Мережко (Севморгео) в Охотском море установлено, что анклав за пределами 200-мильной зоны в центральной части акватории по геологическому строению не отличается от сопредельных с ней частей и является естественным продолжением обрамляющих геологических структур фундамента. Доказательства, полученные на основе изучения данных этих экспедиций, стали достаточными для успешного обоснования заявки в ООН. 11 марта 2014 г., после тщательного рассмотрения заявки и проектов рекомендаций, анклав международных вод в Охотском море был юридически закреплен за Российской Федерацией. Исследования в Восточно-Сибирском море позволили получить огромный фактический материал по литологии, геохимии и газовому потенциалу донных отложений этого района.

Ключевые слова: Охотское море, Восточно-Сибирское море, континентальный шельф, анклав, геолого-геофизические исследования, метан

Complex geological and geophysical studies on substantiation of the outer limits of the Russian continental shelf in the Sea of Okhotsk and East Siberian Sea (2006–2009): Review*

Renat B. Shakirov[@], Elena V. Maltseva[@], Anna L. Venikova, Natalia L. Sokolova, Alexandr I. Gresov

[@] E-mail: ren@poi.dvo.ru; ekor@poi.dvo.ru

V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, Vladivostok, Russia

Abstract. The paper discusses the results of complex geological and geophysical studies of the deep structure of the seabed along the profiles “Magadan – Southern Kurils” (2-DV-M), “Shantar Islands – Northern Kurils” (1-OM) and “Cape Billings – Outer Continental Shelf Limits” (5-AR), carried out in 2006–2009 within the framework of the State program of expeditionary works on substantiation of national sovereignty over the continental shelf in the Sea of Ok-

* Полный текст данной статьи на английском языке размещен на сайте журнала [The full text of this article in English can be found on the website of the «Geosystems of Transition Zones» journal]: <http://journal.imgg.ru/web/full/f-e2023-3-3.pdf>

hotsk and East Siberian Sea. Federal State Unitary Scientific and Production Company Sevmorgeo was parent organization which managed the expeditionary works; the main executors were the staff of the V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute of FEB RAS. A special role was assigned to gas-geochemical studies with the purpose to establish regional background and anomalous gas fields to assess prospects for oil, gas and gas hydrates. As a result of complex geological and geophysical expeditions led by A.A. Merezko (Sevmorgeo) in the Sea of Okhotsk, it was established that the enclave outside the 200-mile zone in the central part of the water area does not differ in geological structure from the adjacent parts and is a natural continuation of the framing geological structures of the basement. The evidence obtained was sufficient to successfully justify the application to the UN. On March 11, 2014, after careful consideration of the application and draft recommendations, the enclave of international waters in the Sea of Okhotsk was legally assigned to the Russian Federation. Studies in the East Siberian Sea have provided a huge amount of data on lithology, geochemistry and gas potential of bottom sediments in this area.

Keywords: Sea of Okhotsk, East Siberian Sea, continental shelf, enclave, geological and geophysical research, methane

Благодарности и финансирование

Авторы выражают благодарность коллегам из отдела геологии и геофизики ТОИ ДВО РАН, а также сотрудникам ФГУНПП «Севморгео» за совместную работу.

Исследования выполнены в рамках госзадания Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН (№ 121021500055-0).

Для цитирования: Шакиров Р.Б., Мальцева Е.В., Веникова А.Л., Соколова Н.Л., Гресов А.И. Комплексные геолого-геофизические исследования по обоснованию внешней границы континентального шельфа России в Охотском и Восточно-Сибирском морях (2006–2009 гг.): обзор. *Геосистемы переходных зон*, 2023, т. 7, № 3, с. 264–275. <https://doi.org/10.30730/gtr.2023.7.3.264-275>; <https://www.elibrary.ru/pkglclg>

Введение

Значение тихоокеанских и арктических региональных исследований в пределах нашей страны огромно, и интерес к ним продолжает возрастать с каждым годом. Дальний Восток, как и Арктический сегмент, обладает огромной ресурсной базой, особенно в исключительной экономической зоне и на континентальном шельфе.

Российская Федерация (тогда еще как СССР) подписала Конвенцию ООН по морскому праву 1982 г. (далее Конвенция) 10 декабря 1982 г. и ратифицировала ее 26 февраля 1997 г. Конвенция вступила в силу для Российской Федерации 11 апреля 1997 г.

В 2001 г. Россия первой из государств подала Представление в Комиссию по границам континентального шельфа относительно внешней границы континентального шельфа Российской Федерации в Северном Ледовитом и Тихом океанах на основании п. 8 ст. 76 Конвенции. В нем были представлены геолого-геофизические и батиметрические материалы, показывающие принадлежность к континен-

Acknowledgements and funding

The authors would like to express their gratitude to their colleagues from the Department of Geology and Geophysics of POI FEB RAS, as well as to the staff of FSUSPC Sevmorgeo for collaborative work.

The research was carried out within the framework of the state project of V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS (no. 121021500055-0).

For citation: Shakirov R.B., Maltseva E.V., Venikova A.L., Sokolova N.L., Gresov A.I. Complex geological and geophysical studies on substantiation of the outer limits of the Russian continental shelf in the Sea of Okhotsk and East Siberian Sea (2006–2009): Review. *Geosistemy perhodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2023, vol. 7, no. 3, pp. 264–275. (In Russ. & in Engl.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2023.7.3.264-275>; <http://journal.imgg.ru/web/full/f-e2023-3-3.pdf>

тальной окраине Евразии участка акватории Охотского моря, расположенного за пределами 200-мильной экономической зоны России.

В центре Охотского моря находится анклав вытянутой формы и значительной площади, ранее известный в иностранной литературе как the Sea of Okhotsk Peanut Hole (рис. 1). Этот анклав считался открытым для судоходства и добычи биологических ресурсов любыми государствами. Правительством РФ было принято решение о проведении специальных экспедиционных работ с целью подачи соответствующей заявки в Комиссию ООН по границам континентального шельфа.

В этих работах государственным заданием устанавливались особые требования к режиму плавания, судну, качеству и объему исследований. Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН (ТОИ ДВО РАН) обладал необходимыми специалистами, оборудованием и опытом, а НИС «Академик М.А. Лаврентьев» полностью соответствовало всем требованиям к судну. В связи с этим в период 2006–2009 гг. было организова-

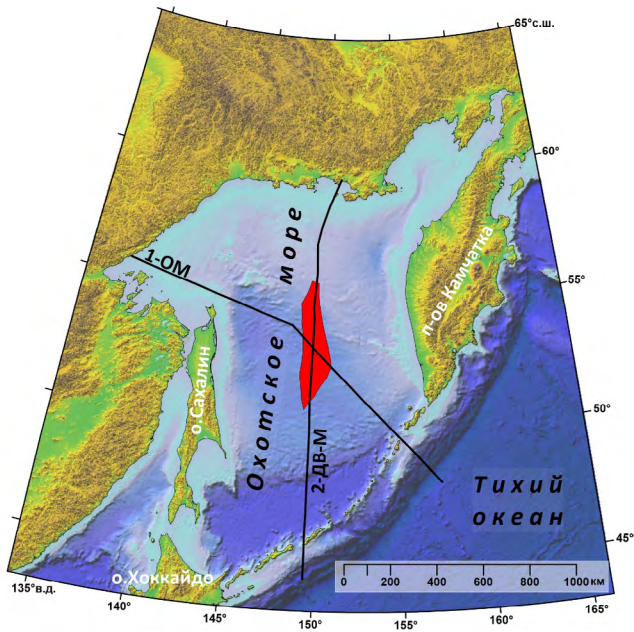


Рис. 1. Анклав в центральной части Охотского моря (до 2013 г.) с опорными профилями 2-ДВ-М и 1-ОМ, выполненными в экспедициях 2006–2009 гг.

Fig. 1. Enclave in the central part of the Sea of Okhotsk (until 2013) with the 2-DV-M and 1-OM calibration profiles made during the expeditions of 2006–2009.

но пять комплексных экспедиций, в которых в рейсах разных лет приняли участие 64 сотрудника ТОИ ДВО РАН и сотрудники ФГУНПП «Севморгео». Все экспедиции проведены на НИС «Академик М.А. Лаврентьев». Рейсы 41, 42-1, 42-2, 45 и 48 выполнены в Охотском море (профили 2-ДВ-М и 1-ОМ). В 45 рейсе (рис. 2) на втором этапе выполнялись работы в Восточно-Сибирском море на профиле 5-АР. Руководили этими экспедициями со стороны ТОИ ДВО РАН д.г.-м.н. Р.Г. Кулинич, к.г.-м.н. Б.Я. Карп и к.г.-м.н. Р.Б. Шакиров, а со стороны Севморгео А.А. Мережко и А.Д. Краснюк. Капитанами во время проведения этих экспедиций были В.И. Иванов и В.Н. Никифоров.

В 2007–2009 гг. на профилях 2-ДВ-М, 1-ОМ и 5-АР выполнен основной объем глубинного сейсмического зондирования, непрерывного высокочастотного сейсмического профилирования, литологического опробования донных отложений, попутно выполнены газогеохимические, геохимические, палеостратиграфические, гидрохимические и др. работы.

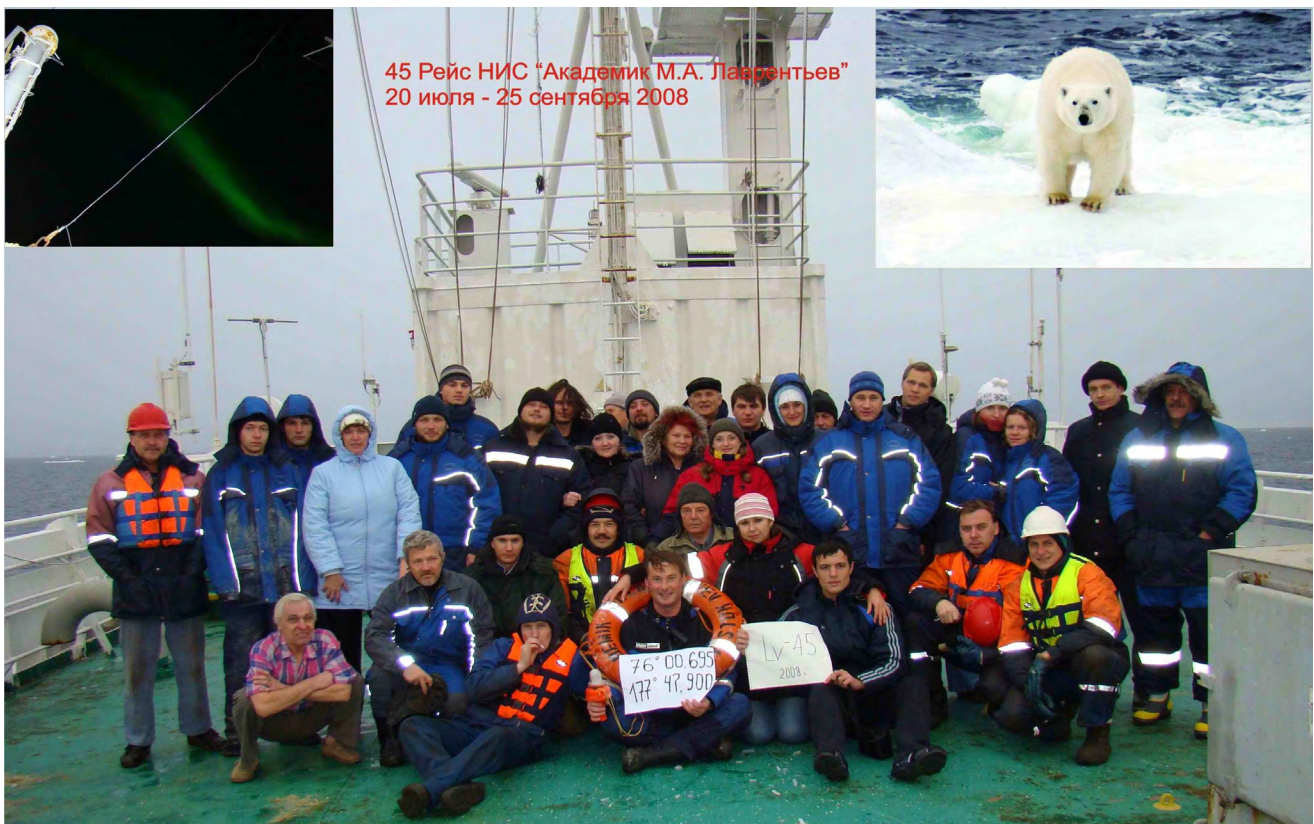


Рис. 2. Научный состав и экипаж экспедиции в 45-м рейсе НИС «Академик М.А. Лаврентьев», 2008 г. Восточно-Сибирское море, Северный Ледовитый океан. Все фото в статье из архива Р.Б. Шакирова

Fig. 2. Scientific membership and crew of the expedition in the 45th voyage of the research vessel “Akademik M.A. Lavrentyev”, 2008, the East Siberian Sea, the Arctic Ocean. All photos in the article are from R.B. Shakirov archive.

Наиболее сложной задачей являлось изучение глубинного строения земной коры, здесь получены данные самого высокого качества для их уверенной интерпретации в государственных целях.

Цель данной статьи – показать, какие основные экспедиционные результаты послужили базой для обоснования национального суверенного права на континентальный шельф в Охотском и Восточно-Сибирском морях.

Методы исследования и средства измерений

Всего по программе внешней границы континентального шельфа совместно Севморгео и ТОИ ДВО РАН было отработано в Охотском море два региональных геотраверса: 2-ДВ-М (2006–2007 гг.) и 1-ОМ (2008–2009 гг.) [1] (рис. 1), и в Восточно-Сибирском море профиль 5-АР (2008 г.) [2] (рис. 3).

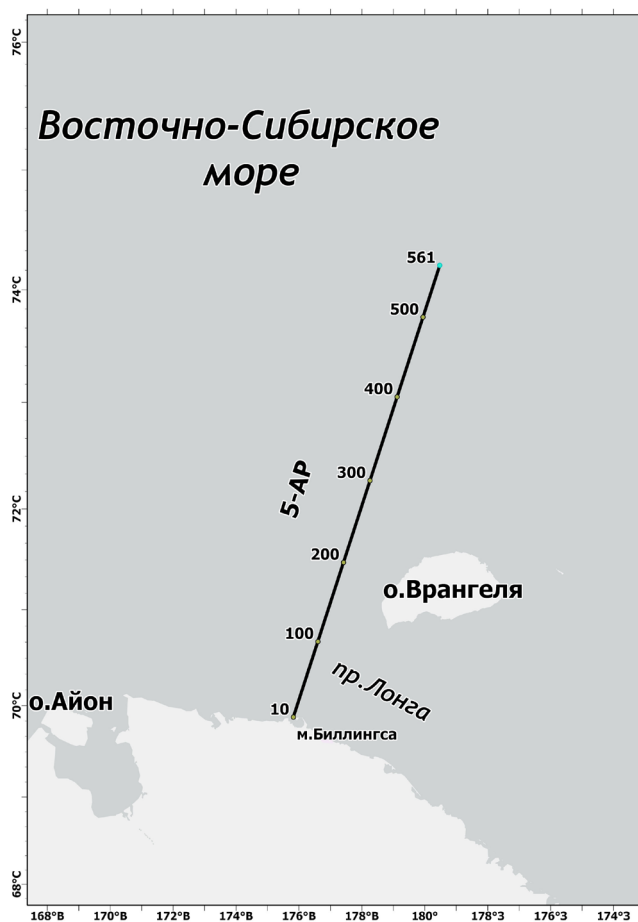


Рис. 3. Схема расположения профиля 5-АР в Восточно-Сибирском море (2008 г.).

Fig. 3. Layout of the 5-AR profile in the East Siberian Sea (2008).

В соответствии с рекомендациями Комиссии ООН (2002 г.), в 2006 г. были начаты совместные работы «Севморгео» и ТОИ ДВО РАН (рейс 41, НИС «Академик М.А. Лаврентьев», руководитель экспедиции д.г.-м.н. Р.Г. Кулинич) на меридиональном профиле 2-ДВ-М протяженностью около 1000 км, пересекающем акваторию Охотского моря на геотраверсе «Магадан – Южные Курилы». В районе анклава были проведены батиметрические наблюдения и выполнен комплекс геолого-геофизических исследований, включавший глубинное сейсмическое зондирование, высокоразрешающее сейсмическое профилирование, геологическое опробование дна в полосе профиля. Также на профиле 2-ДВ-М в 2006–2007 гг. выполнялись сейсмические работы методом отраженных волн под руководством Севморгео.

Для проведения работ использовалось оборудование в основном отечественного производства.

Для глубинных сейсморазведочных работ, измерения глубин и детального исследования рельефа дна на профилях, для поисков и визуального изучения газовых источников, выявления газосодержащих структур, изучения вещественного состава осадков, определения концентрации газов в воде и осадках использованы следующие приборы:

- автономные донные сейсмические станции (АДСС);
- стационарный судовой глубоководный эхолот ELAC ENIF-LAZ 72;
- гидроакустический комплекс, состоящий из модернизированных судовых эхолотов САРГАН-ЭМ и ELAC, 2 гидролокаторов САРГАН-ГМ;
- геофизический комплекс «Sonic 3М»;
- навигационный приемоиндикатор GPS 120 GARMIN для определения местонахождения судна;
- газовый хроматограф «КристалЛюкс-4000М»;
- гидрологический CTD-зонд SBE-9 и 12-позиционная батиметрическая система Rosette (США);
- опускаемая на тросе в дрейфе судна гидростатическая трубка для отбора проб донных осадков и другое оборудование.



Рис. 4. Общий вид самовсплывающей АДСС, подготовленной к постановке.

Fig. 4. General view of the self-floating ABSS prepared to installation.

Сейсмические работы методом глубинного сейсмического зондирования

Наблюдения выполнялись с использованием автономных донных сейсмостанций АДСС с регистраторами SM-26 и бортовых устройств управления и позиционирования (GPS). Прием сигналов осуществлялся на трехкомпонентные сейсмоприемники GS-20 и гидрофоны. Для возбуждения сейсмических импульсов применялись отечественные пневмоизлучатели СИН-6М со сменными рабочими объемами 80 и 120 л. [2].

Проведение глубинных сейсморазведочных работ с автономными донными сейсмическими станциями состоит из трех последовательных технологических циклов: постановка донных станций, отработка линии возбуждения с помощью пневматических источников упругих волн, подъем донных станций и экспресс-оценка сейсмического материала.

К сожалению, в настоящее время методы глубинного сейсмического зондирования в нашей стране развиваются слабо. А работы с помощью пневматических источников для проведения научными организациями фундаментальных исследований вообще запрещены. Эта ситуация требует срочного решения, так как в современной обстановке экспедиционные работы по расширению границ отечественного шельфа как никогда актуальны.

Расстановка АДСС проводилась по линии профиля с интервалом между станциями (шаг расстановки) в среднем 10 км. Для работ использовались главным образом так называемые самовсплывающие АДСС. Корпус станции имеет положительную плавучесть и погружается на дно под действием железобетонного балласта. По окончании работ по команде, передаваемой по гидроакустическому каналу, станция освобождается от балласта и всплывает на поверхность. Внешний вид АДСС в снаряженном виде показан на рис. 4. Масса конструкции с балластом порядка 100 кг (в том числе балласт – 60 кг).



Рис. 5. Подготовка к работе пневмоисточника СИН-6М с камерой 80 л.

Fig. 5. Pre-operation procedures for the SIN-6M air-gun with a 80 liter chamber.

Отработка линии возбуждения производилась этим же судном по линии профиля с «забегом» от места постановки крайней станции на удаление 150 км. Для возбуждения упругих волн использовался одиночный низкочастотный пневмоисточник (ПИ) СИН-6М с объемом камеры 80–120 л. (рис. 5). ПИ буксировался за кормой судна на удалении 70–100 м и заглублению на глубину 37.5 м. Вес ПИ – 1080 кг. Отработка линии возбуждения велась на малом ходу судна порядка 4 узла. «Стрельба» по времени, выстрел через 2 мин. Соответственно, в плане интервал между выстрелами (шаг возбуждения) составлял 250 м.

Пневмоизлучатель непрерывно обеспечивался сжатым воздухом посредством мобильной компрессорной лаборатории, выполненной на базе стандартного 20-футового контейнера.

После отработки линии возбуждения АДСС поднимали, на борту судна считывали информацию и подготавливали аппаратуру к дальнейшей работе.

Литологические исследования

Для литологического опробования поверхностных осадков морского дна использовали пробоотборники следующих типов:

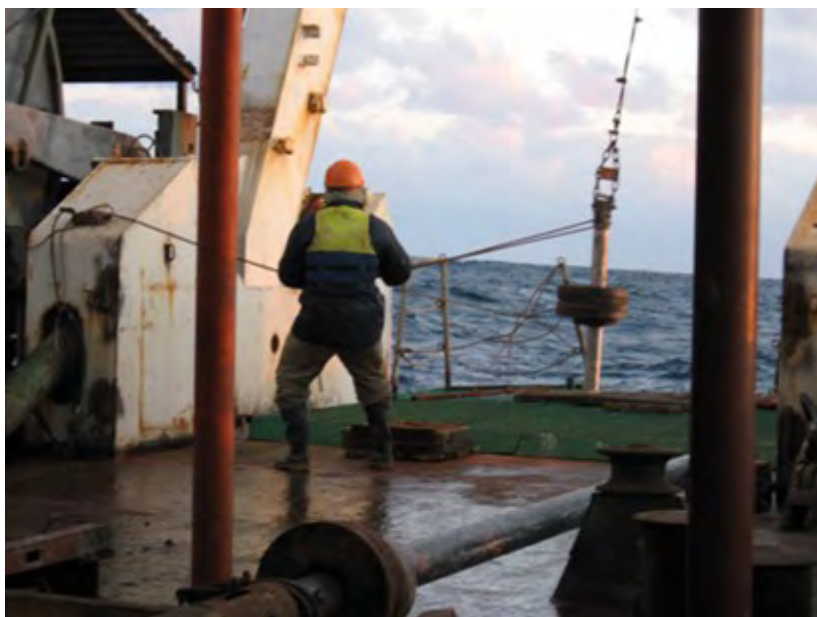


Рис. 6. Спуск гидростатического пробоотборника (42-й рейс НИС «Академик М.А. Лаврентьев», 2007 г.).

Fig. 6. Launch of the hydrostatic sampler (the 42th voyage of the research vessel “Akademik M.A. Lavrentyev”, 2007).

- простая ударная прямоточная трубка без вкладышей длиной 3 м и с внутренним диаметром 6 см;
- ударная прямоточная трубка «большого диаметра» с вкладышами длиной 4 м и с внутренним диаметром 9 см;
- гидростатический пробоотборник (рис. 6) с вкладышами конструкции Ю.Л. Гаранько (1978 г., ТОИ ДВО РАН), длиной 5.5 м и с внутренним диаметром 12 см;
- дночерпатель «Океан-2».

Предварительно, по сейсмическим данным, определялся характер залегания осадочных отложений. Далее, по данным эхолотного промера и сейсмического профилирования, определялось заложение станций и выполнялся отбор осадочного материала. Для быстроты извлечения осадка из трубки использовался полиэтиленовый вкладыш, разрезанный вдоль на две секции. Отобранный керн перемещался в судовую лабораторию, проходил литологическое описание и представлялся для последующего газогеохимического анализа. Литологическое изучение донных осадков выполнялось в основном лабораторией седиментологии и стратиграфии ТОИ ДВО РАН.

Газогеохимические исследования

Методика газогеохимических исследований закреплена в Паспорте лаборатории газогеохимии ТОИ ДВО РАН (ПС 1.051-21) и утверждена Заключением № 58, выданным ФБУ «Приморский ЦСМ», а также отражена в патентах и публикациях [3–5].

Дискретность отбора проб по керну составляла 0.15–0.30 м, со сгущением отбора газогеохимических проб в зонах максимальной литолого-структурной изменчивости до 0.05–0.10 м.

Отбор осадка в склянки 70 мл, заполненные солевым раствором примерно на 2/3 (не более 50 мл), производился шприцем 10 мл с обрезанным носиком. Отбиралось не менее 10 мл осадка. Затем склянка заполнялась солевым раствором доверху, закрывалась резиновой пробкой с использованием иголки, чтобы удалить

оставшийся воздух. Шприцем из закрытой склянки отбиралось 12 мл солевого раствора, при этом через вторую иглу впускался воздух. Склянки помещались в ультразвуковую ванну на 5 мин при максимальной мощности, затем интенсивно периодически встряхивались в течение 2–3 ч. Интервал времени между отбором проб осадка и газохроматографическим анализом составлял 2.5–3.5 ч.

Газовые компоненты (азот, кислород, углекислый газ, метан и другие углеводородные газы) в пробах осадка определяли на борту судна, на хроматографе «КристалЛюкс-4000М» (Россия) (рис. 7). Модуль хроматографа имеет три детектора: два – по теплопроводности (ДТП) и один – пламенно-ионизационный (ДИП). Для калибровки прибора применялись сертифицированные поверочные газовые смеси. Погрешность измерений составляет 5 % [6].

Результаты исследования

Охотское море по геологическому строению и ресурсному потенциалу занимает особое положение среди окраинных морей континентальной окраины Азиатского материка. Оно глубоко вдается в пределы континента и характеризуется обширным переуглубленным шельфом.

Ранее, в результате исследований ТОИ ДВО РАН под руководством Е.П. Леликова [7], было установлено, что в составе фундамента Охотского моря широко распространены раз-

личные типы гранитоидов – основное свидетельство континентальной природы происхождения бассейна. Гранитоиды драгированы на всех подводных возвышенностях Охотского моря [7]. Породы фундамента на акватории Охотского моря подняты на многочисленных станциях, на возвышенностях и банках, в том числе в пределах Центрально-Охотморского свода [8]. Определено, что в его геологическом строении участвуют метаморфические, магматические и осадочные породы палеозойско-мезозойского возраста, относящиеся по геохимической специализации к известково-щелочной калинатровой серии тихоокеанского типа. Рентгеноструктурное исследование глинистых фракций показало, что основным источником их поступления в донные отложения могут быть только континентальные коры выветривания, что может, согласно выводам специалистов ФГБУ «ВНИИОкеангеология», свидетельствовать о существовании в недавнем прошлом в районе Центрально-Охотморского свода ряда островов или целого архипелага. С геоморфологических позиций северная и центральная части площади акватории Охотского моря интерпретированы как переуглубленный шельф, а по итогам комплексных работ показано, что анклав располагается внутри Охотморской континентальной окраины.

В ходе обработки данных ВНИИОкеангеологии в Севморгео с участием ТОИ ДВО РАН (В.Г. Прокудин) выявлено в частности, что строение земной коры в Курильской (Южно-Охотская) котловине и в пределах Центрально-Охотморского свода сильно различается, и определены основные характеристики этого различия.

Непосредственно на профиле 2-ДВ-М (работы 2006–2007 гг.) под руководством и в основном силами ТОИ ДВО РАН совместно с Севморгео поднят 201 керн донных отложений (гравитационный пробоотборник) и выполнено 9 станций драгирования коренных пород в местах их выходов на поверхность дна. Петрографическими исследованиями установлены три типа пород – метаморфические, изверженные (вулканические и интрузивные) и осадочные. В 2008–2009 гг. эти работы дополнены аналогичным комплексом исследований на профиле 1-ОМ (Шантарские острова – северные Курилы): более 150 спуско-подъемов гео-



Рис. 7. Хроматограф «КристалЛюкс-4000М» (42-й рейс НИС «Академик М.А. Лаврентьев», 2007 г.)

Fig. 7. Crystallux-4000M chromatograph (the 42th voyage of the research vessel “Akademik M.A. Lavrentyev”, 2007).

логических трубок. Во время литологического опробования работы выполнялись круглосуточно (три вахты по 8 ч каждая), отрабатывалось до 20 станций отбора донных отложений в сутки. На региональных профилях 2-ДВ-М, 1-ОМ и 5-АР отработано 417 пикетов опробования по результатам предварительной интерпретации сейсмоакустического профилирования [9]. Составлен представительный каталог литологического описания донных осадков отобранных проб.

По особенностям литологического состава на разрезе Магадан – Курилы – Тихий океан были выделены следующие участки: 1 – Северо-Охотоморский с глубинами 60–250 м; 2 – Центрально-Охотоморский с глубинами 250–1700 м; 3 – приуроченный к северному борту Курильской котловины и ее ложу с глубинами 1700–3360 м; 4 – занимающий южный борт Курильской котловины с глубинами 3360–1600 м; 5 – океанический с глубинами 400–800 м.

Северо-Охотоморский и Центрально-Охотоморский участки представлены в целом однообразным набором осадочных слоев, состоящих из мелкоалеврито-пелитовой основы (преобладающей в составе) и крупноалеврито-псаммитовой (песчаной) примеси.

Курильская котловина представлена тонкими кремнистыми пелитовыми осадками.

На океаническом участке опробован только самый верхний поверхностный слой. Он представлен песком (от крупно- до мелкозернистого с примесью мелкой дресвы и гравия), состоящим из черного вулканического шлака, черных базальтоидных выветрелых пород, желто-серого туфопесчаника и белых кристаллов полевого шпата.

В результате выполнения газогеохимической съемки на профиле 2-ДВ-М (2007 г.) была определена региональная фоновая концентрация метана (региональный фон) в осадке по профилю, которая составила 3 ppm ($3 \text{ см}^3/\text{м}^3$), выделено 5 новых зон с аномальными концентрациями метана (до 1230 мкл/л) [9]. В центральной глубоководной области Охотского моря в осадках формируются, главным образом, фоновые поля концентраций метана. На этом фоне выделяются аномалии метана, обнаруживаемые в зонах структурных выступов, где могут, в том числе за счет оползневых

явлений, формироваться относительно мощные линзы осадочного материала. В этих телах по аналогии с другими газоносными участками высокопродуктивного Охотского моря могут идти масштабные процессы генерации газообразных углеводородов (рис. 8).

На профиле 1-ОМ (2008 г.) были установлены максимальные содержания метана в донных отложениях Восточно-Сахалинского склона до 35 752 мкл/л (станция LV-45-465А) (рис. 8). Данная зона целиком располагается в пределах Дерюгинского прогиба (или Дерюгинской котловины). При участии лаборатории газогеохимии ТОИ ДВО РАН в осадках данного участка многократно были обнаружены газогидраты (южнее профиля 1-ОМ). В 2008–2009 гг. на профиле 1-ОМ гидратов метана обнаружено не было, что, возможно, указывает на северную границу их распространения в прогибе. Однако зафиксированные концентрации метана одновременно отмечают наличие локальных зон свободного выхода природного газа, где при благоприятных P–T-условиях образование газогидратов возможно. Минимальные содержания метана в донных отложениях около 0.2 мкл/л определены в осадках Шантарского грабена. В 2009 г. повышенные концентрации метана до 87 мкл/л были установлены в северо-восточной части впадины Дерюгина и на склоне Курильской котловины протяженностью около 30 км (рис. 8).

В процессе газогеохимических работ в донных отложениях подтверждена общая закономерность увеличения концентраций метана с глубиной опробования. Обнаруженные аномальные концентрации метана приурочены, как правило, к горизонтам 90 см и ниже по керну осадка. Согласно изотопным исследованиям, обнаружены углеводородные газы всех генезисных типов: от микробиальных до магматогенных.

Как основной результат комплексных геолого-геофизических экспедиционных работ в Охотском море установлено, что анклав за пределами 200-мильной зоны в центральной части акватории по геологическому строению не отличается от сопредельных с ней частей и является естественным продолжением обрамляющих геологических структур фундамента. Присутствие рассматриваемых комплексов и гранитоидов в пределах участка подтверди-

лось результатами геологического опробования непосредственно на профиле 2-ДВ-М.

Доказательства, полученные на основе изучения данных этих экспедиций, стали достаточными для успешного обоснования заявки в ООН.

11 марта 2014 г., после тщательного рассмотрения заявки и проектов рекомендаций, анклав международных вод в Охотском море был юридически закреплен за Российской Федерацией. В соответствии с п. 8 ст. 76 Конвенции ООН по морскому праву 1982 г., границы континентального шельфа России в Охотском море являются окончательными и обязательными для всех государств. Постановлением Правительства РФ от 15 августа 2015 г. № 845 «О континентальном шельфе Российской Федерации в Охотском

море» установлено, что морское дно и недра подводного района (анклава), расположенного в центральной части Охотского моря, являются континентальным шельфом Российской Федерации. В результате континентальный шельф России в Охотском море увеличился на 56 400 км², а лакомый для иностранцев участок the Sea of Okhotsk Peanut Hole, который, по их мнению, имел форму арахиса (англ. peanut – арахис), перестал существовать.

Государственные работы для обоснования суверенитета внешнего континентального шельфа РФ в Арктическом регионе продолжаются и в ряде акваторий достигли определенного успеха.

В 2008 г. на НИС «Академик М.А. Лаврентьев» (рейс 45) Севморгео и ТОИ ДВО РАН

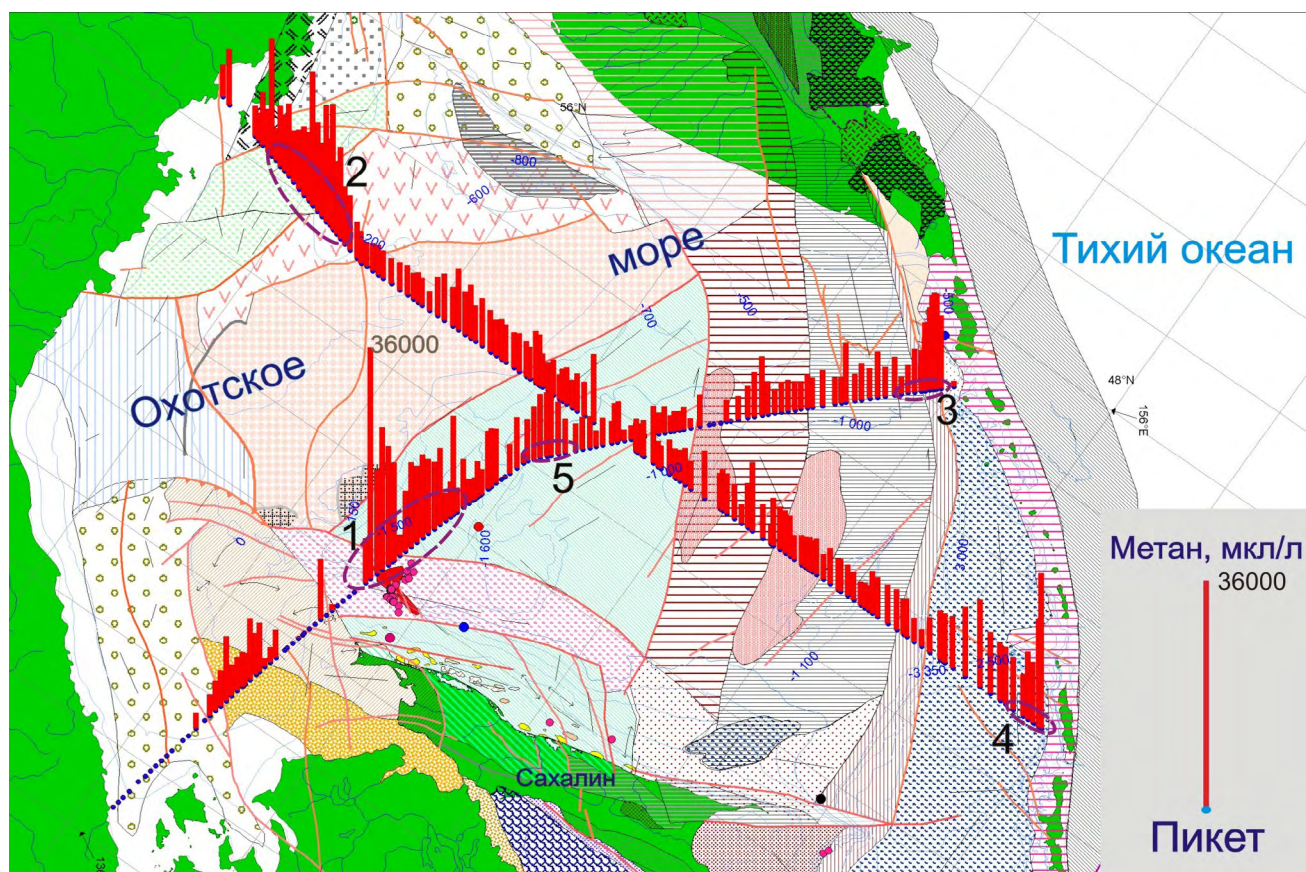


Рис. 8. Распределение CH_4 (столбчатые диаграммы) в донных отложениях, отобранных на профилях 2-ДВ-М и 1-ОМ (2007–2009 гг.) в Охотоморском регионе. Карта на основе тектонической карты В.В. Харахинова [10]. Красные кружки – места находок газогидратов; синие – газовые «факелы»; розовые кружки – газовые «факелы», обнаруженные в местах, где установлены залежи газогидратов; желтые пятна вдоль побережья о. Сахалин – нефтегазовые месторождения. Пунктиром выделены зоны аномальных концентраций метана в донных отложениях.

Fig. 8. CH_4 distribution (bar graphs) in the bottom sediments, sampled at the 2-DV-M and 1-OM profiles (2007–2009) in the Sea of Okhotsk region. The map is based on the tectonic map by V.V. Kharakhinov [10]. Red circles are the places where has-hydrate deposits are found; blue circles are gas flames; pink circles are gas flames which were found in places, where has-hydrate deposits are detected; yellow spots along the coast of Sakhalin Island are oil and gas fields. Zones of anomalous methane concentrations in the bottom sediments are marked by a dotted line.

часть таких работ провели в Восточно-Сибирском море на профиле 5-АР (мыс Биллингса – хребет Менделеева) (рис. 9).

Так же как и в Охотском море, под руководством Севморгео выполнено глубинное сейсмическое зондирование, а сотрудниками ТОИ ДВО РАН (под руководством к.г.-м.н. В.Г. Прокудина) – непрерывное сейсмическое профилирование и 56 станций литологического и газогеохимического опробования. Геологическими пробоотборниками (гравитационные трубки) подняты керны до 3 м длиной.

Газогеохимическая съемка в донных осадках по профилю позволила охарактеризовать следующие особенности распределения углеводородных газов. Метан установлен во всех газовых пробах из донных отложений в концентрациях от 2.0 ppm до 2.4 об.%. Фоновые концентрации метана в донных осадках составили 13 ppm (8 мкл/дм³). Это значение в 4 раза выше, чем в Охотском море. Таким образом, в Восточно-Сибирском море наблюдается достаточно высокий региональный углеводородный фон, который указывает на длительное диффузионное просачивание природного газа через слабопроницаемые толщи [9].

В целом, аномальные поля метана низкой и средней интенсивности прослеживаются на всем протяжении профиля (рис. 9). Исследованиями установлено, что эти поля формируются в пределах поднятий, которые характеризуются незначительной мощностью осадочного чехла, осложнены интенсивным развитием разломов и тектонической нарушенности и являются по своей сути областями газовой разгрузки. В центральной части профиля (на удалении 270 км) выделен участок разгрузки метана (2.4 об.%), который контролируется разломом. Высокие концентрации метана и углеводородных газов (до пентана), а также преобладание «тяжелого» изотопа углерода метана в осадках на всем протяжении

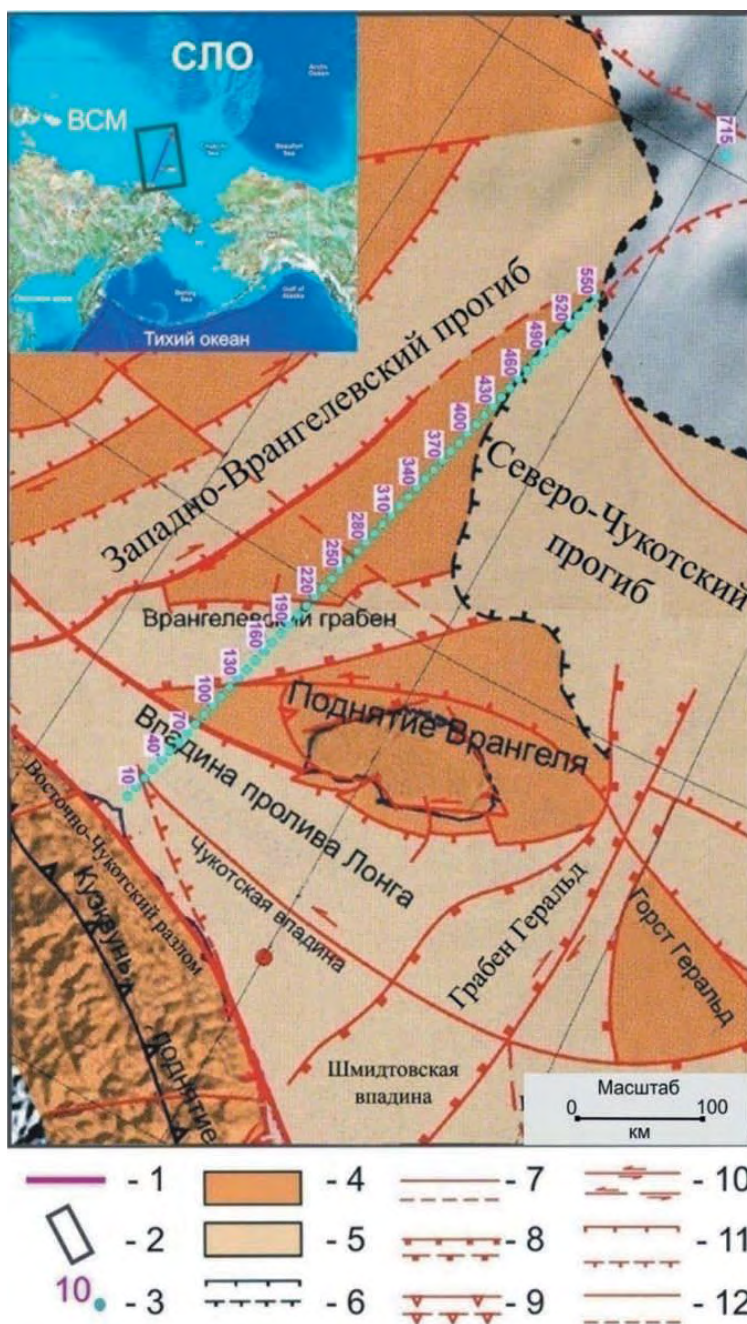


Рис. 9. Положение пикетов опробования донных осадков Восточно-Сибирского моря на карте неотектонических структур, выраженных в рельефе арктического шельфа [11]. 1 – профиль работ 2008 г.; 2 – полигон работ; 3 – пикеты опробования; 4 – поднятия и горсты, впадины, 5 – грабены, рампы; 6 – границы достоверные/предполагаемые (штрихи направлены в сторону впадин). Новейшие разломы (главные разломы показаны утолщенными линиями): 7 – достоверные/предполагаемые; 8 – сбросы; 9 – взбросы; 10 – сдвиги; 11 – неустановленного типа; 12 – без установленного смещения. СЛО – Северный Ледовитый океан.

Fig. 9. Position of stakes of the bottom sediments sampling in the East Siberian Sea on the map of neotectonic structures expressed in the relief of the Arctic shelf [11]. 1 – profile of the works of 2008; 2 – polygon of works; 3 – sampling stakes; 4 – uplifts and horsts, depressions; 5 – graben, ramps; 6 – reliable/presumptive boundaries (dashes are directed towards depressions). Recent faults (main faults are shown by thickened lines): 7 – reliable/presumptive; 8 – normal faults; 9 – reverse faults; 10 – strike-slip faults; 11 – unknown type; 12 – without identified displacement. СЛО – Arctic Ocean.

профиля (560 км) позволяет считать континентальный шельф Восточно-Сибирского моря высокоперспективным в отношении углеводородного потенциала [12, 13].

Сходство основных характеристик газогеохимического поля на всем шельфе и склоне Восточно-Сибирского моря является еще одним доказательством протяжения суверенного российского шельфа от берега до глубоководной котловины Северного Ледовитого океана.

Заключение

Государственное задание по программе определения границ распространения внешнего шельфа России выполнено в полном объеме. Использовались, главным образом, оборудование и приборы отечественного производства.

Экспедиционные работы, с активным участием ТОИ ДВО РАН совместно с ФГУНПП «Севморгео» по государственной программе «Внешняя граница континентального шельфа (Охотское и Восточно-Сибирское моря, 2006–2009 гг.)», позволили получить огромный фактический материал для фундаментальных исследований. В ходе попутных исследований были определены новые черты глубинного строения литосферы акваторий Дальнего Востока, особенности стратиграфии, палеогеографии, новые зоны нефтегазообразования, перспективные участки для поисков твердых минеральных ресурсов, газогидратов и др.

Проведенные фундаментальные исследования и достигнутые в экспедициях результаты послужили одной из основ для составления современных программ по изучению минерально-сырьевых ресурсов, расширения деятельности по изучению, освоению и использованию Мирового океана в интересах устойчивого развития и обеспечения национальной безопасности.

Результаты, полученные в рамках реализации госпрограммы, имели исключительно важное значение для обеспечения эффективной реализации национальных интересов Российской Федерации в Мировом океане. В Восточно-Сибирском, уникальном во всех отношениях, но и наименее изученном, море российской Восточной Арктики работы по обоснованию внешней границы шельфа, безусловно, необходимо продолжить. Кроме того, в целях ре-

ализации Морской доктрины РФ и поручения президента по развитию минерально-сырьевой базы необходимо провести комплексные работы по внешней границе континентального шельфа в Беринговом и Японском морях.

В настоящее время коллектив ТОИ ДВО РАН сохраняет свой научно-исследовательский потенциал на высоком уровне, позволяющий и в дальнейшем выполнять сложные геолого-геофизические исследования глубинного строения морского дна. Владеет методами и средствами, которые делают возможным расширить поле знаний о глубинном строении литосферы акваторий и определить перспективные площади для поисков твердых минеральных ископаемых, газогидратов и других ресурсов.

Список литературы

1. Сакулина Т.С., Каленич А.П., Атаков А.И., Тихонова И.М., Крупнова Н.А., Пыжьянова Т.М. **2011**. Геологическая модель Охотоморского региона по данным опорных профилей 1-ОМ и 2-ДВ-М. *Разведка и охрана недр*, 10: 11–17. EDN: OHAGYN
2. Сакулина Т.С., Верба М.Л., Кашубина Т.В., Крупнова Н.А., Табырца С.Н., Иванов Г.И. **2011**. Комплексные геолого-геофизические исследования на опорном профиле 5-АР в Восточно-Сибирском море. *Разведка и охрана недр*, 10: 17–23. EDN: OHAGYX
3. Обжиров А.И. **1993**. *Газогеохимические поля придонного слоя морей и океанов*. М.: Наука, 139 с.
4. Обжиров А.И., Астахова Н.В., Липкина М.И., Верещагина О.Ф., Мишукова Г.И., Сорочинская А.В., Югай И.Г. **1999**. *Газогеохимическое районирование и минеральные ассоциации дна Охотского моря*. Владивосток: Дальнаука, 184 с.
5. Vereshchagina O.F., Korovitskaya E.V., Mishukova G.I. **2013**. Methane in water columns and sediment of north western Sea of Japan. *Deep Sea Research. P. II: Topical studies in Oceanography*, 86-87: 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2012.08.017>
6. Мишукова Г.И., Шакиров Р.Б. **2017**. Пространственная изменчивость распределения метана в морской среде и его потоков на границе вода–атмосфера в западной части Охотского моря. *Водные ресурсы*, 44(4): 493–503.
7. Леликов Е.П., Маляренко А.Н. **1994**. *Гранитоидный магматизм окраинных морей Тихого океана*. Владивосток: Дальнаука, 268 с.
8. Васильев Б.И., Сигова К.И., Обжиров А.И., Югов И.В. **2001**. *Геология и нефтегазоносность окраинных морей северо-западной части Тихого океана*. Владивосток: Дальнаука, 303 с.
9. Шакиров Р.Б. **2018**. *Газогеохимические поля окраинных морей Восточной Азии*. М.: ГЕОС, 341 с.

10. Харахинов В.В. **1998**. *Тектоника Охотоморской нефтегазоносной провинции: дис. ... д-ра геол.-минер. наук*. Оха-на-Сахалине: СахалинНИПИМорнефть, 77 с.
11. *Геология и полезные ископаемые шельфов России: атлас*. **2004**. М.: Науч. мир, 108 с.
12. Шакиров Р.Б., Сорочинская А.В., Обжиров А.И. **2013**. Газогеохимические аномалии в осадках Восточно-Сибирского моря. *Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле*, 1(21): 98–110. EDN: RCCSOL
13. Гресов А.И., Обжиров А.И., Яцук А.В., Мазуров А.К., Рубан А.С. **2017**. Газоносность донных осадков и геохимические признаки нефтегазоносности шельфа Восточно-Сибирского моря. *Тихоокеанская геология*, 36(4): 77–84.
5. Vereshchagina O.F., Korovitskaya E.V., Mishukova G.I. **2013**. Methane in water columns and sediment of north western Sea of Japan. *Deep Sea Research. P. II: Topical studies in Oceanography*, 86-87: 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2012.08.017>
6. Mishukova G.I., Shakirov R.B. **2017**. Spatial variations of methane distribution in marine environment and its fluxes at the water-atmosphere interface in the western Sea of Okhotsk. *Water Resources*, 44: 662–672. <https://doi.org/10.1134/S0097807817040133>
7. Lelikov E.P., Malyarenko A.N. **1994**. [*Granitoid magmatism of marginal seas of the Pacific Ocean*]. Vladivostok: Dal'nauka, 268 p. (In Russ.).
8. Vasiliev B.I., Sigova K.I., Obzhiriv A.I., Yugov I.V. **2001**. *Geology and oil-gas resources of the marginal seas of the northwestern Pacific*. Vladivostok: Dal'nauka, 303 p. (In Russ.).
9. Shakirov R.B. **2018**. *Gas-geochemical fields of the Eastern Asia marginal seas*. Moscow: GEOS, 341 p. (In Russ.).
10. Kharakhin V.V. **1998**. [*Tectonics of the Sea of Okhotsk oil-gas province*]: [Doctor of Sciences (Geology and Mineralogy) dissertation]. Okha-na-Sakhaline: Sakhalin-NIPImorneft'. (In Russ.).
11. *Geology and mineral resources of the Russian shelf areas: Atlas*. **2004**. Moscow: Publ. House Scientific world, 108 p.
12. Shakirov R.B., Sorochinskaya A.V., Obzhiriv A.I. **2013**. Gasgeochemical anomalies in the sediments of East-Siberian Sea. *Vestnik KRAUNTS. Nauki o Zemle = Bull. of KRAESC. Earth Sciences*, 1(21): 231–243. (In Russ.). EDN: RCCSOL
13. Gresov A.I., Obzhiriv A.I., Yatsuk A.V., Mazurov A.K., Ruban A.S. **2017**. Gas content of bottom sediments and geochemical indicators of oil and gas on the shelf of the East Siberian Sea. *Russian Journal of Pacific Geology*, 11: 308–314. <https://doi.org/10.1134/S1819714017040030>

References

1. Sakulina T.S., Kalenich A.P., Atakov A.I., Tihonova I.M., Krupnova N.A., Pyzhjanova T.M. **2011**. Geological model of the Okhotsk Sea region according to basic profiles 1-OM and 2-DW-M. *Razvedka i okhrana nedr = Prospect and protection of mineral resources*, 10: 11–17. (In Russ.). EDN: OHAGYN
2. Sakulina T.S., Verba M.L., Kashubina T.V., Krupnova N.A., Tabyrtsa S.N., Ivanov G.I. **2011**. Complex geological-geophysical researches on the 5-AP profile in the East-Siberian Sea. *Razvedka i okhrana nedr = Prospect and protection of mineral resources*, 10: 17–23. (In Russ.). EDN: OHAGYX
3. Obzhiriv A.I. **1993**. [*Gas-geochemical fields of the bottom layer of the seas and oceans*]. Moscow: Nauka, 139 p. (In Russ.).
4. Obzhiriv A.I., Astakhova N.V., Lipkina M.I., Vereshchagina O.F., Mishukova G.I., Sorochinskaya A.V., Yugai I.G. **1999**. *Gas-geochemical zoning and mineral associations of the floor of the Sea of Okhotsk*. Vladivostok: Dal'nauka, 184 p. (In Russ.).

Об авторах

Сотрудники лаборатории газогеохимии, Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток:

Шакиров Ренат Белалович (<https://orcid.org/0000-0003-1202-0351>), доктор геолого-минералогических наук, заместитель директора по научной работе, руководитель лаборатории, ren@poi.dvo.ru

Мальцева Елена Валерьевна (<https://orcid.org/0000-0003-3230-7042>), кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, ekor@poi.dvo.ru

Веникова Анна Леонидовна (<https://orcid.org/0000-0002-1445-8579>), научный сотрудник, anett29@mail.ru

Соколова Наталья Леонидовна (<https://orcid.org/0000-0002-2248-6924>), кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, natap81@mail.ru

Гресов Александр Иванович (<https://orcid.org/0000-0002-2133-411X>), доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, gresov@poi.dvo.ru

Поступила 30.08.2023

Принята к публикации 09.09.2023

About the Authors

Employees of the Gas Geochemistry Laboratory, V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute of the Far Eastern Branch of RAS, Vladivostok:

Shakirov, Renat B. (<https://orcid.org/0000-0003-1202-0351>), Doctor of Geology and Mineralogy, Deputy Director, Head of the Laboratory, ren@poi.dvo.ru

Maltseva, Elena V. (<https://orcid.org/0000-0003-3230-7042>), Cand. of Sci. (Geology and Mineralogy), Senior Researcher, ekor@poi.dvo.ru

Venikova, Anna L. (<https://orcid.org/0000-0002-1445-8579>), Researcher, anett29@mail.ru

Sokolova, Natalia L. (<https://orcid.org/0000-0002-2248-6924>), Cand. of Sci. (Geology and Mineralogy), Senior Researcher, natap81@mail.ru

Gresov, Alexandr I. (<https://orcid.org/0000-0002-2133-411X>), Doctor of Geology and Mineralogy, Principal Researcher, gresov@poi.dvo.ru

Received 30 August 2023

Accepted 9 September 2023