

ISSN 0016-7762 (Print)  
ISSN 2618-8708 (Online)

2020

Том 63, № 3  
Vol. 63, #3

PROCEEDINGS OF HIGHER  
EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS  
GEOLOGY AND EXPLORATION

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

3

# ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ)

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
**ГЕОЛОГИЯ**  
И РАЗВЕДКА  
Научно-методический журнал

**Том 63, № 3**  
2020

Журнал издается с января 1958 г.  
Периодичность: 6 раз в год

Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation  
Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting (MGRU)

PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS

**GEOLOGY**  
AND  
EXPLORATION

Scientific methodological journal

**Vol. 63, No. 3**  
2020

The journal has been published since 1958  
Frequency: Bimonthly

**ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ**

В журнале «Известия высших учебных заведений. Геология и разведка» публикуются статьи, содержащие результаты теоретических и экспериментальных исследований, выполненных в вузах и научно-исследовательских учреждениях, геолого-разведочных предприятиях, а также в порядке личной инициативы авторов. Печатаются обзорные статьи, освещающие современное состояние актуальных проблем геологической науки и геолого-разведочной практики, материалы научных конференций, симпозиумов и совещаний. Журнал пропагандирует передовой производственный опыт.

Журнал «Известия высших учебных заведений. Геология и разведка» за более чем 60 лет своей деятельности утвердил себя как одно из ведущих и авторитетных научных периодических изданий в области наук о Земле. Он действительно участвует в решении научно-технических проблем, пропагандирует новейшие достижения и укрепляет авторитет вузовской и отраслевой науки в области геологии, способствует повышению уровня подготовки высококвалифицированных инженерных, научных и педагогических кадров.

**Главный редактор**

**Лопатин Алексей Владимирович**, академик РАН, доктор биологических наук, профессор, директор, Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, г. Москва, Россия

**Заместители главного редактора**

**Куликов Владимир Владиславович**, доктор технических наук, профессор, первый проректор, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, Россия

**Попов Юрий Анатольевич**, доктор физико-математических наук, профессор, Сколковский институт науки и технологий, г. Москва, Россия

**Редакционная коллегия**

**Амро Мухамед Муса**, PhD, директор Института бурения и добычи, Технический университет «Горная академия Фрайберг», г. Фрайберг, Германия

**Баосун Ма**, PhD, профессор, профессор и руководитель аспирантов, Университет Сунь Ятсена, г. Гуанчжоу, Китай

**Вердоа Массимо**, PhD, профессор, Университет Генуи, г. Генуя, Италия

**Гаранин Виктор Константинович**, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Минералогический музей имени А.Е. Ферсмана РАН, г. Москва, Россия

**Гулиев Ибрагим Саид оглы**, академик НАН Азербайджана, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Национальная академия наук Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

**Дронов Андрей Викторович**, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, Геологический институт РАН, г. Москва, Россия

**Етирмишли Гурбан Джалал оглы**, член-корреспондент НАН Азербайджана, доктор геолого-минералогических наук, генеральный директор Республиканского центра сейсмологической службы, Национальная академия наук Азербайджана, г. Баку, Азербайджан

**Игнатов Петр Алексеевич**, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, Россия

**Игнатьева Маргарита Николаевна**, доктор экономических наук, профессор, Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия

**Керимов Вагиф Юнус оглы**, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, Россия

ный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, Россия

**Кузнецов Николай Борисович**, доктор геолого-минералогических наук, заместитель директора по научной работе, Геологический институт РАН, г. Москва, Россия

**Куликов Вячеслав Степанович**, доктор геолого-минералогических наук, Институт геологии Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск, Россия

**Леонов Михаил Георгиевич**, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, Геологический институт РАН, г. Москва, Россия

**Малков Анатолий Валентинович**, доктор технических наук, директор, ООО «Нарзан-гидроресурсы», г. Кисловодск, Россия

**Маслов Андрей Викторович**, член-корреспондент РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия

**Марин Юрий Борисович**, член-корреспондент РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

**Петров Владислав Александрович**, член-корреспондент РАН, доктор геолого-минералогических наук, директор Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г. Москва, Россия

**Плечов Павел Юрьевич**, доктор геолого-минералогических наук, директор, Минералогический музей имени А.Е. Ферсмана, г. Москва, Россия

**Самсонов Александр Владимирович**, член-корреспондент РАН, доктор геолого-минералогических наук, Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г. Москва, Россия

**Семинский Константин Жанович**, доктор геолого-минералогических наук, Институт земной коры Сибирского отделения РАН, г. Иркутск, Россия

**Тихоцкий Сергей Андреевич**, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия

**Толстов Александр Васильевич**, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Акционерная компания АЛРОСА (ПАО), Республика Саха (Якутия), г. Мирный, Россия

**Фридовский Валерий Юрьевич**, доктор геолого-минералогических наук, профессор, директор, Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения РАН, г. Якутск, Россия

**Фулуи Нин**, PhD, профессор, профессор и руководитель аспирантов Национального центра международных совместных исследований по глубокому бурению и разработке месторождений полезных ископаемых, Китайский геологоразведочный университет, г. Ухань, Китай  
**Хуанг Шаопенг**, PhD, профессор, Сианьский университет Цзяотун, г. Сиань, Китай; Шэньчжэньский университет, г. Шэньчжэнь, Китай; приглашенный научный сотрудник, Университет Мичигана, г. Энн-Арбор, США  
**Шестопалов Юрий Викторович**, доктор физико-математических наук, профессор, кафедра электроники, математики и естественных наук, Университет Gävle, г. Евле, Швеция  
**Эпельбаум Лев Виленович**, Dr. of Sci. (Geophys.), профессор кафедры геофизики, Тель-Авивский университет, г. Тель-Авив, Израиль  
**Серов Сергей Геннадьевич**, ответственный секретарь, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, Россия

### Председатель редакционного совета

**Косьянов Вадим Александрович**, доктор технических наук, профессор, ректор, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, Россия

### Редакционный совет

**Варламов Алексей Иванович**, доктор геолого-минералогических наук, научный руководитель, Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт, г. Москва, Россия  
**Гусев Павел Николаевич**, главный редактор газеты «Московский комсомолец», г. Москва, Россия  
**Козловский Евгений Александрович**, доктор технических наук, профессор, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, Россия  
**Машковцев Григорий Анатольевич**, доктор геолого-минералогических наук, профессор, директор, Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н.М. Федоровского, г. Москва, Россия  
**Спиридонов Игорь Геннадьевич**, кандидат геолого-минералогических наук, директор, Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов, г. Москва, Россия  
**Трубецкой Климент Николаевич**, академик РАН, доктор технических наук, профессор, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, г. Москва, Россия

|  |  |
|--|--|
| История издания журнала                                  | Издается с января 1958 г.  |
| Периодичность  | 6 раз в год  |
| Префикс DOI  | <a href="https://doi.org/10.32454/">https://doi.org/10.32454/</a>  |
| ISSN print   | 0016-7762  |
| ISSN online  | 2618-8708  |
| Свидетельство о регистрации средства массовой информации | ПИ №ФС77-59165 от 18.09.2014 г. (Роскомнадзор)   |
| Учредитель и издатель                                    | ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), 23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия   |
| Редакция   | ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», Серов Сергей Геннадьевич (ответственный секретарь)<br>23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия<br>+7 (495) 433-63-33<br><a href="https://www.geology-mgri.ru">https://www.geology-mgri.ru</a><br>E-mail: <a href="mailto:journal-geology@mgri.ru">journal-geology@mgri.ru</a> |
| Тираж  | 200 экз.   |
| Дата выхода в свет                                       | 09.11.2020   |
| Типография   | Отпечатано в ООО «БЕАН», 1, корп. 5, Баррикад ул., г. Нижний Новгород 603003, Россия   |
| Копирайт   | © Известия высших учебных заведений. Геология и разведка, 2020   |
| Стоимость одного выпуска                                 | Свободная цена   |
| Условия распространения материалов                       | Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License  |
| Индексация   | РИНЦ, DOAJ, GeoRef, Google Scholar, Chemical Abstracts, Worldcat.<br>Включен в Ulrich's Periodicals Directory.<br>Журнал входит в перечень периодических научных изданий РФ, рекомендованных ВАК для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук  |

## FOCUS AND SCOPE

*Proceedings of Higher Educational Establishments. Geology and Exploration* publishes original scientific articles presenting significant results of theoretical and experimental studies carried out by researchers from universities, research institutions and exploration companies, as well as by independent investigators. The Journal publishes review articles on topical issues of geological science and mineral resource exploration practice, along with the materials of such scientific events as conferences, workshops and roundtables. The Journal is also aimed at promoting advanced industrial experience.

During more than 60 years of its existence the Journal *Proceedings of Higher Educational Establishments. Geology and Exploration* has established itself as one of the leading and reputable scientific periodicals of the country in the field of Earth sciences. The Journal effectively participates in solving of scientific and technical problems, promoting the latest progresses and strengthens the authority of university and industry research in geology. It helps to improve the preparation of highly qualified engineers, scientists and teachers.

### Editor-in-Chief

**Alexey V. Lopatin**, Academician of the Russian Academy of Science, Dr. of Sci. (Biol.), Director, Borissiak Paleontological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

### Deputy Editors-in-Chief

**Vladimir V. Kulikov**, Dr. of Sci. (Engineering), First Vice-Rector, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russia

**Yuri A. Popov**, Dr. of Sci. (Phys.-Math.), Prof., Skolkovo Institute of Science and Technology, Moscow, Russia

### Editorial Board

**Moh'd M. Amro**, PhD, Director of Institute of Drilling Technology and Fluid Mining, Technical University Bergakemie Freiberg, Freiberg, Germany

**Ma Baosong**, PhD, Prof., Professor and research supervisor of doctoral students, Sun Yat-Sen University, Guangzhou, China

**Massimo Verdoya**, PhD, Prof., Università degli Studi di Genova, Genoa, Italy

**Viktor K. Garanin**, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Prof., Fersman Mineralogical Museum, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Ibrahim S. Guliev**, Academician of the NAS of Azerbaijan, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Prof., Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

**Andrey V. Dronov**, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Senior Scientist, Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Gurban J. Yetirmishli**, corr. member of Azerbaijan National Academy of Sciences (ANAS), Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), General director of Republican Seismic Survey Center of ANAS head of seismology division, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

**Petr A. Ignatov**, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Prof., Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russia

**Margarita N. Ignatyeva**, Dr. of Sci. (Economics), Prof., Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia

**Vagif Y. Kerimov**, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Prof., Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russia

**Nikolay B. Kuznetsov**, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Deputy Director for research, Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Vyacheslav S. Kulikov**, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Institute of Geology Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

**Mikhail G. Leonov**, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Senior Scientist, Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Anatoliy V. Malkov**, Dr. of Sci. (Engineering), Director, Narzan-Gidroresursy Ltd., Kislovodsk, Russia

**Andrey V. Maslov**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Prof., Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

**Yuriy B. Marin**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Prof., Saint-Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia

**Vladislav A. Petrov**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Director, Institute of Geology of ore deposits, petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Pavel Yu. Plechov**, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Prof., Director, Fersman Mineralogical Museum, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Alexander V. Samsonov**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Konstantin Zh. Seminsky**, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Institute of the Earth's Crust of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia

**Sergey A. Tikhotskiy**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Sci. (Phys.-Math.), Director, Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Alexander V. Tolstov**, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Prof., ALROSA Public Joint Stock Company, Mirny, Yakutia, Russia

**Valeriy Yu. Fridovsky**, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Prof., Director, Diamond and Precious Metal Geology Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia

**Ning Fulong**, PhD, Prof., Professor and research supervisor of doctoral students at the National Center for International Research on Deep Earth Drilling and Resource Development, China University of Geosciences, Wuhan, China

**Shaopeng Huang**, PhD, Prof., Shenzhen University, Institute of Deep Earth Sciences and Green Energy, Shenzhen, China; Adjunct Research Scientist, Department of Earth and Environmental, University of Michigan, Ann Arbor, USA

**Yury V. Shestopalov**, Dr. of Sci. (Phys.-Math.), Department of Electronics, Mathematics and Natural Sciences, University of Gävle, Gävle, Sweden

**Lev V. Eppelbaum**, Dr. of Sci. (Geophys.), Professor, Department of Geophysics, Tel Aviv University, Tel-Aviv, Israel

**Sergey G. Serov**, executive secretary, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russia

## Chairman of the Editorial Council

**Vadim A. Kosyanov**, Dr. of Sci. (Engineering), Prof., Rector, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russia

## Editorial Council

**Alexey I. Varlamov**, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Scientific Adviser, All-Russian Research Geological Oil Institute, Moscow, Russia

**Pavel N. Gusev**, Editor-in-Chief, Moskovskii Komsomlets newspaper, Moscow, Russia

**Eugeniy A. Kozlovsky**, Dr. of Sci. (Engineering), Prof., Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russia

**Grigoriy A. Mashkovtsev**, Dr. of Sci. (Geol.-Mineral.), Prof., Director, All-Russian Scientific Research Institute of Mineral Resources named after N.M. Fedorovsky, Moscow, Russia

**Igor G. Spiridonov**, Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), Director, Institute of Mineralogy, Geochemistry and Crystal Chemistry of Rare Elements, Moscow, Russia

**Kliment N. Trubetskoy**, Academician of the Russian Academy of Science, Dr. of Sci. (Engineering), Prof., Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russia

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Founded                             | The journal has been published since January, 1958  |
| Frequency                           | 6 times per year  |
| DOI Prefix                          | <a href="https://doi.org/10.32454/">https://doi.org/10.32454/</a>   |
| ISSN print                          | 0016-7762   |
| ISSN online                         | 2618-8708   |
| Mass Media Registration Certificate | PI No. FS 77-59165 issued 18.09.2014 by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor)   |
| Founder and Publisher               | Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, 23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia   |
| Editorial Office                    | Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Sergey G. Serov (executive secretary)<br>23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia<br>+7 (495) 433-63-33<br><a href="https://www.geology-mgri.ru">https://www.geology-mgri.ru</a><br>E-mail: <a href="mailto:journal-geology@mgri.ru">journal-geology@mgri.ru</a>   |
| Circulation                         | 200 copies  |
| Publication date                    | 09.11.2020  |
| Printing House                      | BEAN Ltd., 1, build. 5, Barricad str., Nizhny Novgorod 603003, Russia   |
| Copyright                           | © Proceedings of Higher Educational Establishments. Geology and Exploration   |
| Price                               | Flexible  |
| Distribution                        | The content is distributed under the Creative Common License CC BY  |
| Indexation                          | Russian Science Citation Index (RSCI), DOAJ, GeoRef, Google Scholar, Chemical Abstracts, Worldcat, Ulrich's Periodicals Directory.<br>The Journal is included in the List compiled by the Higher Attestation Commission of the Russian Federation of peer-reviewed scientific publications in which the main scientific results of dissertations for obtaining the scientific degree of the Candidate of Sciences or Doctor of Science are to be published. |

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭКОНОМИКА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ И ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

---

- 8** СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОСВОЕНИЯ РЕСУРСОВ ЗЕМНЫХ НЕДР  
*К.Н. ТРУБЕЦКОЙ*

### ГЕОЛОГИЯ

---

- 16** НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ УГЛЯХ ИЗ ПРОЯВЛЕНИЙ В БАССЕЙНЕ РЕК ЯМУТАРИДА И ДЮНТАТУРКУ-ЯМУ НА СЕВЕРЕ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО ПРОГИБА  
*А.Н. ЖУРАВЛЕВ, И.Е. СТУКАЛОВА*

### ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

---

- 27** ЗОЛОТОРУДНЫЕ И ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИЕ ПЛАСТОВО-КОЛЧЕДАННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ КУБЫ  
*Д. ДЕ ЛА НУЭС КОЛОН, М. САНТА КРУС ПАЧЭКО*

### ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

---

- 38** ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ В ЮЖНО-ТОРГАЙСКОМ БАССЕЙНЕ  
*А.С. КАУКЕНОВА*

- 46** УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ НЕФТЕГАЗОМАТЕРИНСКИХ ТОЛЩ ЛАПТЕВСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ  
*В.Ю. КЕРИМОВ, Ю.В. ЩЕРБИНА, А.А. ИВАНОВ*

### ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

---

- 60** ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО СУДОХОДСТВА НА РУСЛОВОМ УЧАСТКЕ ВОЛГИ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ  
*Ю.А. МАМАЕВ, С.В. КОЗЛОВСКИЙ, А.А. ЯСТРЕБОВ*

### МИНЕРАЛОГИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ, ЛИТОЛОГИЯ

---

- 69** ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НИЖНЕЮРСКИХ ИЗВЕСТНЯКОВ НА ГОРЕ ПАТИЛЬ (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ)  
*Г.В. АГАФОНОВА, А.О. АНДРУХОВИЧ, В.Н. КОМАРОВ, Е.В. РАХИМОВА, А.В. ТУРОВ*

### ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

---

- 82** ЖЕНЩИНЫ В ГЕОЛОГИИ. ОЛЬГА АЛЕКСЕЕВНА ДЕНИСОВА (1893—1972)  
*И.А. СТАРОДУБЦЕВА, В.В. РОМАНОВА*

### КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

---

- 92** О МОНОГРАФИИ «КОЛЛЕКЦИОННЫЕ И ЮВЕЛИРНЫЕ КАССИТЕРИТЫ»  
*С.В. БЕЛОВ*

---

**MINERAL AND GEOLOGICAL EXPLORATION ECONOMICS**


---

- 8 THE STATE AND MAIN DIRECTIONS IN THE DEVELOPMENT OF EARTH'S INTERIOR RESOURCES**  
*KLIMENT N. TRUBETSKOY*

**GEOLOGY**


---

- 16 NEW DATA ON BROWN COAL OCCURRENCES IN THE YAMUTARIDA AND DYUNTATURKU-YAMU RIVER BASIN IN THE NORTHERN PART OF THE YENISEI-KHATANGA TROUGH**  
*ALEXEY N. ZHURAVLÉV, IRINA E. STUKALOVA*

**GEOLOGY AND PROSPECTING FOR SOLID MINERAL DEPOSITS**


---

- 27 GOLD AND GOLD-BEARING VOLCANOGENIC MASSIVE SULPHIDE DEPOSITS OF THE CENTRAL CUBA**  
*DEYSY DE LA NUEZ COLON, MARIA SANTA CRUZ PACHECO*

**GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES**


---

- 38 OIL AND GAS POTENTIAL OF THE SOUTH TURGAY BASIN**  
*ASSEM S. KAUKENOVA*
- 46 FORMATION CONDITIONS AND EVOLUTION OF OIL AND GAS SOURCE STRATA OF THE LAPTEV SEA SHELF ORE AND GAS PROVINCE**  
*VAGIF YU. KERIMOV, YULIAY V. SHCHERBINA, ANDREY A. IVANOV*

**HYDROGEOLOGY AND ENGINEERING GEOLOGY**


---

- 60 GEOECOLOGICAL JUSTIFICATION OF A PROJECT OF SUSTAINABLE SHIPPING ON A VOLGA CHANNEL SECTION IN THE NIZHNY NOVGOROD REGION**  
*YURI A. MAMAEV, SERGEY V. KOZLOVSKY, ALEXEY A. YASTREBOV*

**MINERALOGY, PETROGRAPHY, LITHOLOGY**


---

- 69 LITHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND FORMATION CONDITIONS OF LOWER JURASSIC LIMESTONES OCCURRING IN THE PATIL MOUNTAIN (SOUTH-WESTERN CRIMEA)**  
*GALINA V. AGAFONOVA, ALEXANDR O. ANDRUHOVICH, VLADIMIR N. KOMAROV, ELENA V. RAKHIMOVA, ALEXANDR V. TUROV*

**FROM THE HISTORY OF SCIENCE**


---

- 82 WOMEN IN GEOLOGY. OLGA ALEKSEEVNA DENISOVA (1893—1972)**  
*IRAIDA A. STARODUBTSEVA, VERA V. ROMANOVA*

**CRITICS AND BIBLIOGRAPHY**


---

- 92 ABOUT THE MONOGRAPH “COLLECTION AND JEWELRY CASSITERITE”**  
*SERGEY V. BELOV*



<https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-8-15>  
УДК 622.271 + 622.272



## СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОСВОЕНИЯ РЕСУРСОВ ЗЕМНЫХ НЕДР

К.Н. ТРУБЕЦКОЙ

ФГБУ «Российская академия наук»  
14, Ленинский проспект, г. Москва 119991, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Для высокой эффективности освоения глубокозалегающих месторождений от горных наук требуется оптимизация параметров горных работ, техники и технологии, изучение и разработка принципов рационального сочетания различных ресурсосберегающих, малоотходных и ресурсовоспроизводящих технологических процессов, и прежде всего предусматривающих широкое применение автоматизированных систем планирования и методов управления добычей полезных ископаемых.

**Цель** — проанализировать состояние и основные направления освоения ресурсов земных недр.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на основе комплексного анализа отчетных, фондовых и литературных материалов по освоению минерально-сырьевых ресурсов.

**Результаты.** Показаны схема формирования консолидированного природно-техногенного массива в недрах Земли и технологическая схема движения минерально-сырьевых потоков. Сделан вывод, что технологии целенаправленного формирования месторождений целесообразно создавать на основе принципа геотехнологического продолжения образования полезных компонентов искусственными методами с использованием природных сил для преобразования залежей к состоянию, максимально приемлемому к последующей разработке. Такие технологии должны предусматривать создание в массиве условий для пространственного обособления полезных компонентов, изменение физических свойств пород, условий залегания полезных ископаемых и — на этой основе — повышение эффективности традиционных и новых способов освоения месторождений.

**Заключение.** Применение указанных технологий позволит расширить сырьевую базу за счет повышения концентрации полезных компонентов в недрах и вовлечения в разработку бедных месторождений и рудопроявлений; увеличить ценность месторождений за счет попутных компонентов, получаемых в процессах вещественных преобразований руд; снизить глубину горных работ за счет формирования техногенных залежей на геохимических барьерах вблизи поверхности Земли; сократить сроки разработки месторождений; снизить техногенную нагрузку на окружающую среду. Для создания таких технологий потребуется глубокая интеграция усилий геологов, геохимиков, геофизиков, экологов и горняков.

**Ключевые слова:** ресурсы недр, геотехнология, минерально-сырьевые потоки, интеграция, полезные компоненты, формирование

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Трубецкой К.Н. Состояние и основные направления освоения ресурсов земных недр. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка.* 2020;63(3):8—15.  
<https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-8-15>

Статья поступила в редакцию 18.09.2020

Принята к публикации 03.11.2020

Опубликована 09.11.2020

# THE STATE AND MAIN DIRECTIONS IN THE DEVELOPMENT OF EARTH'S INTERIOR RESOURCES

KLIMENT N. TRUBETSKOY

*Russian Academy of Sciences  
14, Leninsky ave., Moscow 119991, Russia*

## ABSTRACT

**Background.** In order to achieve a high efficiency in the development of deep-seated deposits, mining sciences are required to optimize the parameters of mining operations, equipment and technology, to study and develop the principles of a rational combination of various resource-saving, low-waste and resource-reproducing technological processes, above all, providing the widespread use of automated planning systems and methods for managing the extraction of minerals.

**Aim.** To analyse the state and main directions in the development of the Earth's interior resources.

**Materials and methods.** The research was carried out on the basis of a comprehensive analysis of scientific publications, reports and archive materials on the development of mineral resources.

**Results.** A scheme describing the formation of a consolidated natural-technogenic massif in the Earth's interior and a technological diagram of the movement of mineral-raw material flows are presented. A conclusion is made that it is expedient to create the technologies for the purposeful formation of deposits on the basis of the principle of geotechnological continuation of the formation of useful components by artificial methods using natural forces to transform deposits to a state that is maximally acceptable for subsequent development. Such technologies should provide the creation of conditions in the massif for the spatial separation of useful components, changes in the physical properties of rocks, the conditions of occurrence of minerals and, on this basis, increasing the efficiency of traditional and new ways of developing deposits.

**Conclusion.** The use of these technologies will allow the resource base to be expanded by increasing the concentration of useful components in the Earth's interior and involving poor deposits and ore occurrences in the development; to increase the value of deposits due to associated components obtained in the processes of material transformation of ores; to reduce the depth of mining operations due to the formation of technogenic deposits on geochemical barriers near the Earth's surface; to reduce the development time of deposits; and to reduce the technogenic load on the environment. The creation of such technologies will require a deep integration of the efforts of geologists, geochemists, geophysicists, ecologists and miners.

**Keywords:** Earth's interior resources, geotechnology, mineral and raw material flows, integration, useful components, formation

**Conflict of interest:** the author declares no conflict of interest.

**Financial disclosure:** no financial support was provided for this study.

**For citation:** Trubetskoy K.N. The state and main directions in the development of earth's interior resources. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2020;63(3):8—15. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-8-15>

*Manuscript received 18 September 2020*

*Accepted 03 November 2020*

*Published 09 November 2020*

Благодаря ресурсам земных недр горное дело является одной из важнейших областей деятельности человека по их освоению, так как они занимают основополагающее место не только в богатстве стран, но и в общем развитии цивилизации.

Человечество ежегодно извлекает из недр Земли многие сотни миллиардов тонн различных руд, горючих ископаемых и строительных материалов. В результате переработки этого сырья выплавляется свыше 800 млн т различных металлов, рассеивается на полях более 400 млн т минеральных удобрений и до 4 млн т различных ядохимикатов. Индустрии добычи твердых полезных ископаемых принадлежит первое место в образовании и накоплении на поверхности планеты твердых отходов, количество которых составляет не менее 65—70% от общего объема добычи. В недрах Земли образовалось огромное количество полостей и пустот в виде отработанных шахт и карьеров. В результате изменяется сбалансированное за предшествующие эпохи напряженное состояние массивов, нарушается режим подземных и поверхностных вод, деформируется и сама земная поверхность.

Нарастающий технологический прессинг на природные экосистемы приводит к их быстрому и часто необратимому разрушению, которое по своим масштабам постепенно принимает глобальный характер. При этом парадоксальность ситуации заключается в том, что прогрессирующая деградация природы происходит на фоне быстро растущих расходов человечества на ее охрану; при этом энергетические ресурсы, необходимые для сохранения природы на современном уровне развития, могут быть получены только путем техногенного разрушения фундамента этой природы — литосферы Земли.

Как отмечал академик В.И. Вернадский: «жизнь является... не внешним, случайным явлением на земной поверхности. Она теснейшим образом связана со строением земной коры, входит в ее механизм и в этом механизме исполняет величайшей важности функции, без которых он (человек) не мог бы существовать». Иными словами, в какой бы степени недра ни были исчерпаны, общество не может существовать, когда их использование невозможно.

Поэтому получение полезных ископаемых является сегодня и в обозримом будущем альтернативной необходимостью для самого факта существования человека. От того, как в наше время будет организовано это производство, какие ограничения и допуски будут наложены

на его развитие, в широком смысле зависит сохранение или необратимое разрушение подвижного равновесия в природной среде, сложившегося за геологические периоды развития планеты.

Сегодня практически все мировое сообщество построено и функционирует за счет результатов прямого или косвенного разрушения определенных участков литосферы и последующего использования полученного при этом вещества. По последним данным, минеральное сырье дает исходные материалы и энергетическую основу производству 70% всей номенклатуры конечной продукции человеческого общества.

Экономическая система человечества состоит из людей, средств производства и материальных благ. На протяжении последних столетий население росло темпами, далеко превышающими известные ранее истории, и это беспрецедентное увеличение стало возможным только в условиях сопровождающего его еще более быстрого расширения производства материальных благ. Население мира за последние около 60 лет увеличивалось примерно на 4,6% в год, а добыча полезных ископаемых на каждого жителя Земли — от 12,6 до 19,6% в год, с удвоением каждые 10 лет.

Следует обратить внимание на то, что термины «производство» и «потребление» не совсем точны для описания процессов извлечения на поверхность значительных объемов полезных ископаемых и пустых горных пород. Фактически человек не производит и не уничтожает вещество и энергию, а только переводит их из одного состояния в другое. Человек преобразует сырье в товары, а товары — в ту или иную форму отходов, которые возможно превратить в сырье путем расхода энергии. В связи с этим при развитии цивилизации всегда будет требоваться определенный уровень добычи из недр Земли прежде всего энергетического сырья.

Россия на протяжении второй половины XIX, всего XX, первых десятилетий XXI веков и обозримого будущего была и будет крупнейшей минерально-сырьевой державой, доля экспорта продукции которой, вне зависимости от социально-политического строя, масштабов страны, в разные периоды составляла не менее 50—75%.

Наше государство обладает конкурентными стратегическими минерально-сырьевыми преимуществами, при сохранении и усилении которых Россия в XXI в. сможет не только удовлетворить наиболее рациональным образом собственные потребности в минеральном сырье, но и занять более высокое и устойчивое геополитическое

положение. Даже в кризисных мировых условиях доходы от экспорта важнейших видов минерального сырья и продукции их переработки являются главным источником пополнения федерального бюджета, финансирования инвестиционных программ национального значения, укрепления энергетической безопасности страны.

Вместе с тем ежегодное извлечение различных горных пород из недр до 15 млрд т в бывшем СССР в период второй половины XX столетия приводило к образованию от 3,5 до 10,2 млрд т в год твердых отходов. В результате в отвалах и хвостохранилищах было накоплено уже к 2009 году только в России свыше 100 млрд т таких отходов, наносящих вред охране недр, рациональному землепользованию и окружающей среде. К этому количеству ежегодно добавляется около 4 млрд т в год. При этом доля горнодобывающей промышленности составляет 55%, топливно-энергетической и металлургической промышленности около 35%. Доминируют в образовании и накоплении отходов угольная промышленность, черная и цветная металлургия.

В целом по горной и перерабатывающей промышленности количество отходов составляет от 50 до 95% извлекаемой из недр горной массы. В то же время значительная часть отходов горно-обогатительного и металлургического производств может оцениваться в качестве сырья техногенных месторождений для получения металлов, строительных материалов, удобрений, химической продукции и др.

Особо следует подчеркнуть продолжающееся на протяжении многих последних десятилетий снижение качества полезных ископаемых на разрабатываемых и большинстве вновь вовлекаемых в эксплуатацию месторождений, значительное усложнение горно-геологических и экономико-географических условий освоения месторождений, особенно новых, при повышении требований к охране природной среды, что обуславливает устойчивую тенденцию существенного роста эксплуатационных и капитальных затрат в горной промышленности.

Таким образом, современное состояние минерально-сырьевого комплекса России, и без того ухудшающееся в связи с кризисными явлениями, в условиях резкого колебания цен на минеральные ресурсы, высокого уровня инфляции в сочетании с ростом банковских ставок (до 24—26%), сокращения до 30—40% уровня использования обрабатывающих отраслей, нехватки доступных кредитных средств даже у крупных горнодобывающих компаний, современной системы

налогообложения, близкой к полной изношенности основных средств и применения устаревших технологий привело к нерентабельности освоения существенной части балансовых запасов месторождений. Сохранение этого состояния, а также отсутствие требуемых инвестиций и средств для освоения новых геотехнологий резко снижают уровень использования потенциала горной промышленности и не обеспечивают конкурентоспособность ее продукции (по номенклатуре, качеству и стоимости) на мировом рынке.

Основные направления развития горного дела в РФ в XXI в. стимулируют в первую очередь способы добычи и переработки руд черных, цветных и драгоценных металлов, урана, угля, алмазосодержащего, горно-строительного и горнохимического сырья, которые являются наиболее надежным плацдармом развертывания крупных инновационных проектов. При этом открытый способ разработки месторождений твердых полезных ископаемых был во 2-й половине XX в. и остается в 1-й половине XXI в. генеральным направлением развития горнодобывающей промышленности России, несмотря на все более усложняющиеся геологические и суровые природно-климатические условия освоения месторождений Крайнего Севера, Сибири, Дальнего Востока и других регионов. Так, например, если глубина карьеров и угольных разрезов в первой половине XX в. не превышала 200—300 м, во второй половине она возросла до 600—700 м, а перспективные карьеры XXI в. ориентированы на глубину 900 м и более.

Эффективность освоения глубокозалегающих месторождений потребовала от горных наук оптимизировать параметры горных работ, техники и технологии, изучить и разрабатывать принципы рационального сочетания различных ресурсосберегающих, малоотходных и ресурсовоспроизводящих технологических процессов и прежде всего предусматривающих широкое применение автоматизированных систем планирования и методов управления добычей полезных ископаемых, особенно при разработке уникальных по масштабам распространения, как, например, КМА. Исследованиями ученых и производственников обоснованы и реализованы коренные изменения геотехнологии освоения месторождений КМА с полной утилизацией всех образующихся отходов добычи и переработки в подземном выработанном пространстве с замкнутым оборотным водоснабжением горных предприятий (рис. 1) [1].



Рис. 1. Поверхностная часть закладочного комплекса  
 Fig. 1. Surface part of the filling complex

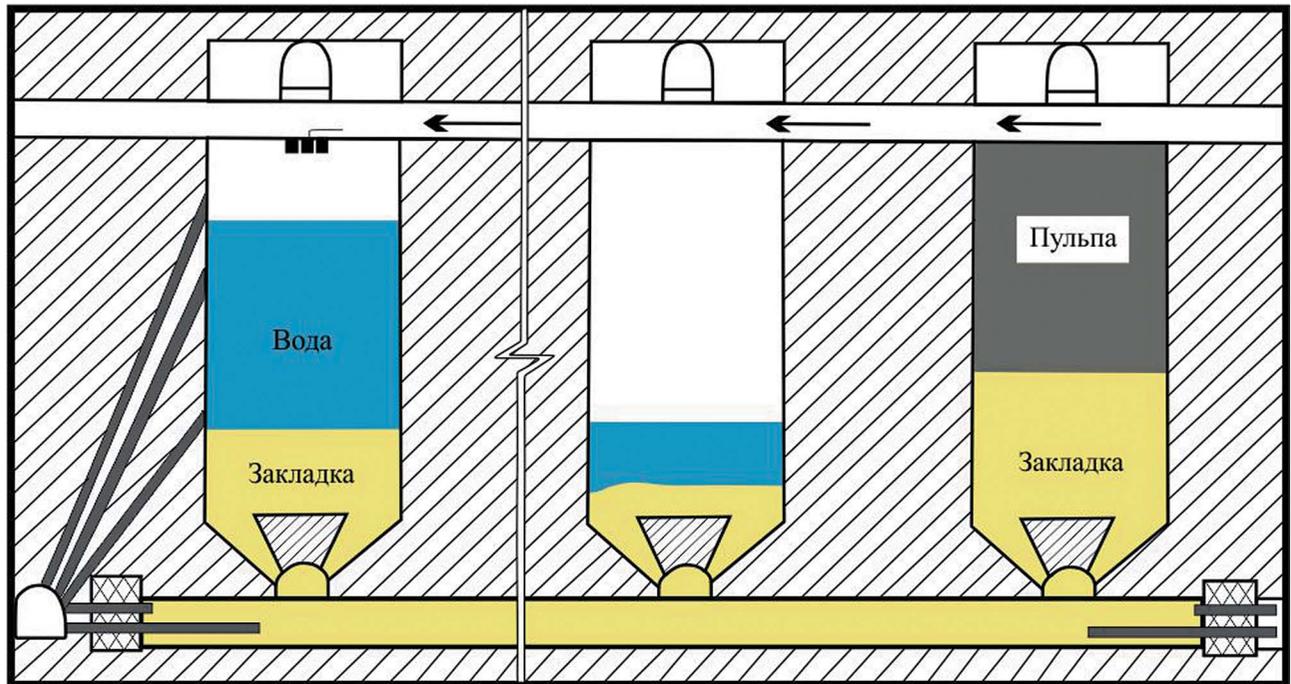
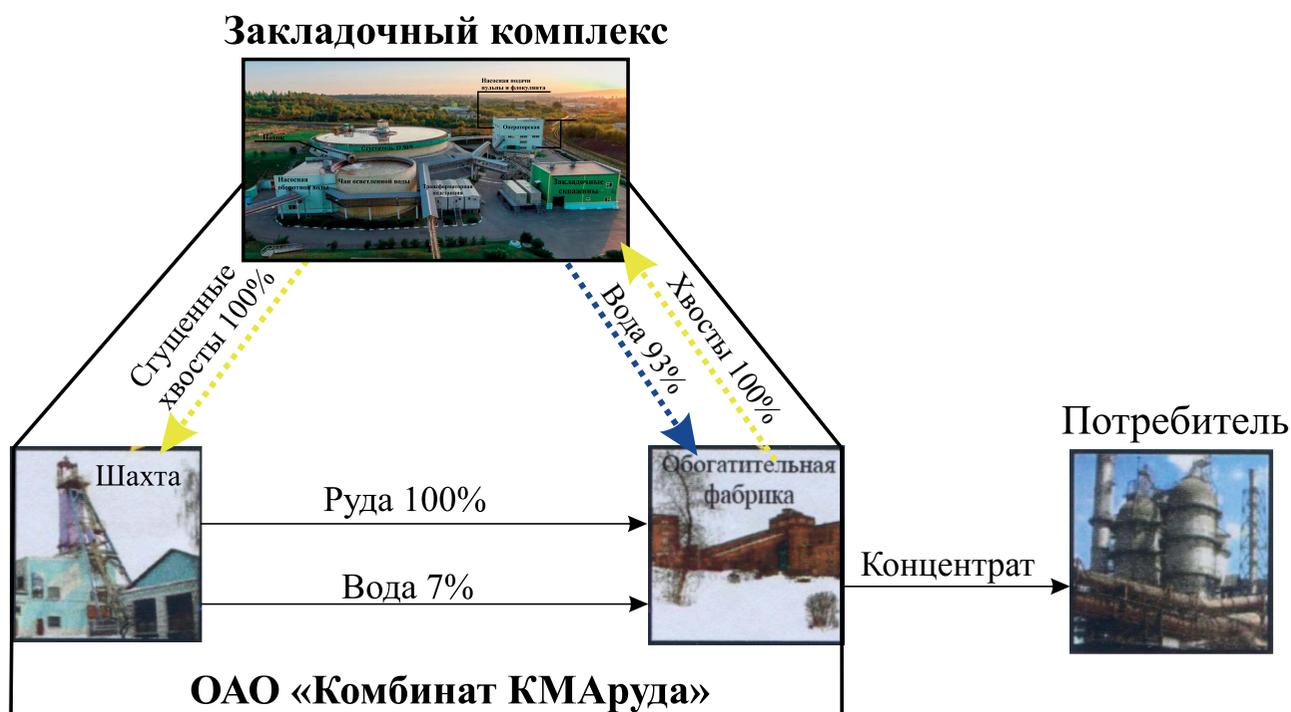


Рис. 2. Формирование консолидированного природно-техногенного массива в недрах Земли  
 Fig. 2. Formation of a consolidated natural-technogenic massif in the bowels of the Earth

При реализации этих геотехнологий не требуется изъятие дополнительных плодородных земель, сокращаются потери полезных ископаемых

в целиках и потолочинах, обеспечивается сохранность подработанных территорий и природно-техногенных запасов, оставленных в земных недрах.



**Рис. 3.** Технологическая схема движения минерально-сырьевых потоков  
**Fig. 3.** Technological scheme of the movement of mineral raw materials flows

Эти геотехнологии адаптированы к условиям действующих комбинатов КМАруда, Лебединского, Стойленского, Михайловского.

В промышленном масштабе реализован способ приготовления закладочной смеси (рис. 2) с формированием из отходов добычи и переработки руд природно-техногенного массива (рис. 3), который становится элементом горнотехнической системы эксплуатации месторождений и служит для повышения устойчивости и несущей способности ограждающих конструкций, сохранения георесурсов для перспективного вовлечения их в промышленную эксплуатацию и гидрогеологического баланса региона за счет полного оборотного водообеспечения горно-обогатительных предприятий.

Широкий спектр выполненных исследований в конце XX — начале XXI веков, охватывающих проблемы развития горной техники, технологии, геомеханики, экономики освоения недр и геоэкологии, позволяет обоснованно рассмотреть возможность изменения парадигмы освоения ресурсов из недр в том виде, в каком их создала природа.

Уже в ближайшей перспективе человечество должно осваивать месторождения полезных ископаемых с разработанными и заданными параметрами, обеспечивающими минимизацию отходов и загрязнения окружающей среды.

### Заключение

Технологии целенаправленного формирования месторождений целесообразно создавать на основе принципа геотехнологического продолжения образования полезных компонентов искусственными методами с использованием природных сил для преобразования залежей к состоянию, максимально приемлемому к последующей разработке. Технологии должны предусматривать создание в массиве условий для пространственного обособления полезных компонентов, изменение физических свойств пород, условий залегания полезных ископаемых и — на этой основе — повышение эффективности традиционных и новых способов освоения месторождений. Применение этих технологий позволит расширить сырьевую базу за счет повышения концентрации полезных компонентов в недрах и вовлечения в разработку бедных месторождений и рудопроявлений; увеличить ценность месторождений за счет попутных компонентов, получаемых в процессах вещественных преобразований руд; снизить глубину горных работ за счет формирования техногенных залежей на геохимических барьерах вблизи поверхности Земли; сократить сроки разработки месторождений; снизить техногенную нагрузку на окружающую среду.

Для создания таких технологий потребуются глубокая интеграция усилий геологов, геохимиков, геофизиков, экологов и горняков.

В последние годы в ИПКОН РАН разрабатываются научные основы создания принципиально

новой технологической базы природоподобных технологий, т.е. фактического включения технологии в цепочку замкнутого и самодостаточного ресурсооборота, который существует в природе. [2, 3].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агошков М.И., Борисов С.С., Боярский В.А. Разработка рудных и нерудных месторождений. М.: Недра, 1970. 456 с.
2. Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В., Арсентьев В.А. Ресурсосберегающая технология и комплекс оборудования для высокопроизводительной закладки выработанного пространства при подземной обработке месторождений твердых полезных ископаемых // Горный журнал. 2012. № 8.
3. Проблемы комплексного освоения суперкрупных месторождений стратегического сырья / Под ред. академика РАН К.Н. Трубецкого, чл.-корр. РАН Д.Р. Каплунова. М.: ИПКОН РАН, 2006. 486 с.
4. Проблемы техногенного освоения суперкрупных рудных месторождений / Под ред. академика РАН К.Н. Трубецкого, член-корреспондента РАН Д.Р. Каплунова. М.: ИПКОН РАН, 2004, 416 с.
5. Сабянин Г.В. Биоинженерные принципы построения подземных геотехнологий // Экологические системы и приборы. 2005. № 4. С. 36.
6. Трубецкой К.Н. Развитие новых направлений в комплексном освоении недр. М.: ИПКОН АН СССР, 1990.
7. Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П., Калабин Г.В. Особенности методологии создания и применения природоподобных горных технологий при освоении минеральных ресурсов Арктики // ФТПРПИ. 2019. № 3. С. 53—61.
8. Трубецкой К.Н., Каплунов Д.Р., Томаев В.К., Помельников И.И. Ресурсовоспроизводящие экологически сбалансированные геотехнологии комплексного освоения месторождений Курской магнитной аномалии // Горный журнал. 2014. № 8. С. 45—49.
9. Трубецкой К.Н., Мясков А.В., Галченко Ю.П., Еременко В.А. Обоснование и создание конвергентных горных технологий подземной разработки мощных месторождений твердых полезных ископаемых // Горный журнал. 2019. № 5. С. 6—13.
10. Чантурия В.А. Направления исследований в области обогащения полезных ископаемых // Горный вестник. 1995. № 2. С. 37—42.

## REFERENCES

1. Agoshkov M.I., Borisov S.S., Boyarskij V.A. Razrabotki rudnyh i nerudnyh mestorozhdenij. Moscow: Nedra, 1970. 456 s. (In Russian).
2. Kaplunov D.R., Ryl'nikova M.V., Arsent'ev V.A. Resursosberegayushchaya tekhnologiya i kompleks oborudovaniya dlya vysokoproizvoditel'noj zakladki vyrabotannogo prostranstva pri podzemnoj otrabotke mestorozhdenij tverdyh poleznyh iskopaemyh // Gornyi zhurnal. 2012. № 8 (In Russian).
3. Problemy kompleksnogo osvoeniya superkрупnyh mestorozhdenij strategicheskogo syr'ya / Pod redakciej akademika RAN K.N. Trubeckogo, chl.-korr. RAN D.R. Kaplunova. Moscow: IPKON RAN, 2006. 486 s. (In Russian).
4. Problemy tekhnogenного osvoeniya superkрупnyh rudnyh mestorozhdenij / Pod redakciej akademika RAN K.N. Trubeckogo, chlen-korrespondenta RAN D.R. Kaplunova. Moscow: IPKON RAN, 2004. 416 s. (In Russian).
5. Sabyanin G.V. Bioinzhenernye principy postroeniya podzemnyh geotekhnologij // Ekologicheskie sistemy i pribory. 2005. № 4. S. 36 (In Russian).
6. Trubeckoj K.N. Razvitie novyh napravlenij v kompleksnom osvoenii neдр. Moscow: IPKON AN SSSR, 1990 (In Russian).
7. Trubeckoj K.N., Galchenko Yu.P., Kalabin G.V. Osobennosti metodologii sozdaniya i primeneniya prirodopodobnyh gornyh tekhnologij pri osvoenii mineral'nyh resursov Arktiki // FТПRPI. 2019. № 3. S. 53—61 (In Russian).
8. Trubeckoj K.N., Kaplunov D.R., Tomaev V.K., Pomel'nikov I.I. Resursovoproizvodyashchie ekologicheski sbalansirovannye geotekhnologii kompleksnogo osvoeniya mestorozhdenij Kurskoj magnitnoj anomalii // Gornyj zhurnal. 2014. № 8. S. 45—49 (In Russian).
9. Trubeckoj K.N., Myaskov A.V., Galchenko YU.P., Eremenko V.A. Obosnovanie i sozdanie konvergentnyh gornyh tekhnologij podzemnoj razrabotki moshchnykh mestorozhdenij tverdyh poleznyh iskopaemyh // Gornyj zhurnal. 2019. № 5. S. 6—13 (In Russian).
10. Chanturiya V.A. Napravleniya issledovanij v oblasti obogashcheniya poleznyh iskopaemyh // Gornyj vestnik. 1995. № 2. S. 37—42.

## ВКЛАД АВТОРА / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Трубецкой К.Н. — внес вклад в разработку концепции статьи, подготовил текст статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Kliment N. Trubetskoy — made the main contribution to the development of the concept of the article, conducted a granulometric analysis, prepared the text of the article, finally approved the published version of the article and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Трубецкой Климент Николаевич** — доктор технических наук, профессор, специалист в области разработки месторождений твердых полезных ископаемых, комплексного освоения недр и экологии горного производства. Академик РАН (1991), действительный член Академии горных наук и Нью-Йоркской академии наук. Президиум РАН, ФГБУ «Российская академия наук»  
14, Ленинский проспект, г. Москва 119991, Россия  
SPIN-код: 3238-2952  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9246-638X>  
ResearcherID: E-1221-2014  
Scopus ID: 9739995400

**Kliment N. Trubetskoy** — Prof., Dr. of Sci. (Engineering), specialist in the field of development of solid mineral deposits, integrated development of mineral resources and ecology of mining. Academician of the Russian Academy of Sciences (1991), full member of the Academy of mining Sciences and the New York Academy of Sciences, RAS Presidium, Russian Academy of Sciences  
14, Leninsky ave., Moscow 119991, Russia  
SPIN: 3238-2952  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9246-638X>  
ResearcherID: E-1221-2014  
Scopus ID: 9739995400



## НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ УГЛЯХ ИЗ ПРОЯВЛЕНИЙ В БАССЕЙНЕ РЕК ЯМУТАРИДА И ДЮНТАТУРКУ-ЯМУ НА СЕВЕРЕ ЕНИСЕЙ-ХАТАНГСКОГО ПРОГИБА

А.Н. ЖУРАВЛЕВ<sup>1,2</sup>, И.Е. СТУКАЛОВА<sup>2,3,\*</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Гидроспецгеология»

4, ул. Маршала Рыбалко, г. Москва 123060, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»

23, ул. Миклухо-Маклая, г. Москва 117997, Россия

<sup>3</sup> ФГБУН «Геологический институт» Российской академии наук,

7, стр. 1, пер. Пыжевский, г. Москва 119017, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Получены новые данные по проявлениям бурого угля в северной части Енисей-Хатангского прогиба (район оз. Таймыр). Этот регион в последнее время неизменно привлекает к себе внимание геологов и нефтяников в связи с перспективной оценкой нефте-газоносности данной территории.

**Цель:** изучение литологических особенностей пород и вещественно-петрографического состава углей нового перспективного района Енисей-Хатангского прогиба на севере России.

**Материалы и методы.** Для изучения серии образцов углей и вмещающих пород был применен комплекс геологических, литологических и петрографических методов исследования.

Измерения производились на микроскопе-спектрофотометре фирмы Craic Spectrophotometer QDI-302 по стандартной методике (ISO 7404-5) в отраженном поляризованном свете с использованием эталона Spinel ( $R_o = 0,426\%$ ), в масляной иммерсии, объектив 50 $\times$ .

Рентгенофлуоресцентный анализ выполнен на приборе «Респект» с энергодисперсионным спектрометром без вакуума, рентгеновская трубка с серебряным анодом (регистрация элементов только от К до U. Анодное напряжение — 30 кВ. Ток — 0,3 мА. Время экспозиции ( $\tau$ ) — 300 с. Ось у — интенсивность характеристических линий, отн. ед.

**Результаты.** В результате детально охарактеризованы литологические особенности пород и изучен вещественно-петрографический состав углей. В спорово-пыльцевом комплексе из изучаемых отложений определены доминирующие ассоциации по преобладанию двухмешковой пыльцы хвойных *Disaccites* (*Pinaceae*). На основании этого установлен возраст пород бегичевской свиты как относящийся к альбскому и сеноманскому ярусам нижнего-среднего мела.

**Заключение.** Оценена степень изменчивости углей, определены их марки (технологические группы) и микроэлементный состав золы. Измерены величины отражения витринитов с целью уточнения стадии изменения бурых углей и получения количественных характеристик их качества. Величины отражения витринитов ( $R_o$ ) составляют от 0,32 до 0,52%, что соответствует стадиям изменения бурых углей, технологическим группам 1Б—3Б.

**Ключевые слова:** уголь бурый, витринит, меловые отложения, гелификация, рентгенофлуоресцентный анализ, альбский ярус, сеноманский ярус, бегичевская свита, оз. Таймыр, Енисей-Хатангский прогиб

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** исследования проведены по теме Госзадания ГИН РАН № 0135-2019-0073.

**Благодарности:** авторы благодарят Г.Н. Александрову (ГИН РАН), С.М. Ляпунову (ГИН РАН, химико-аналитическая лаборатория) и Н.В. Пронину (МГУ). Статья посвящается геологу-угольщику, выпускнику МГРИ, Заслуженному геологу РСФСР Е.В. Терентьеву, исследователю Донецкого, Печорского, Южно-Якутского и Таймырского угольных бассейнов [6].

**Для цитирования:** Журавлев А.Н., Стукалова И.Е. Новые данные об углях из проявлений в бассейне рек Ямутарида и Дюнтатурку-Яму на севере Енисей-Хатангского прогиба. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2020;63(3):16—26. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-16-26>

Статья поступила в редакцию 25.02.2020

Принята к публикации 28.08.2020

Опубликована 09.11.2020

\* Автор, ответственный за переписку

## NEW DATA ON BROWN COAL OCCURRENCES IN THE YAMUTARIDA AND DYUNTATURKU-YAMU RIVER BASIN IN THE NORTHERN PART OF THE YENISEI-KHATANGA TROUGH

ALEXEY N. ZHURAVLÉV<sup>1,2</sup>, IRINA E. STUKALOVA<sup>2,3,\*</sup>

<sup>1</sup> *Gidrospetsgeologiya*

4, Marshal Rybalko str., Moscow 123060, Russia

<sup>2</sup> *Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting*

23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia

<sup>3</sup> *Geological Institute of the Russian Academy of Sciences*

7, bld. 1, Pyzhevsky lane, Moscow 119017, Russia

### ABSTRACT

**Background.** New information was obtained on brown coal occurrences in the northern part of the Yenisei-Khatanga trough (Lake Taimyr area). This region continues to attract the attention of geologists and oil producers due to its established oil and gas potential.

**Aim.** To study the lithological features of rocks and material-petrographic composition of coals from a new promising area of the Yenisei-Khatanga trough in northern Russia.

**Materials and methods.** A set of geological, lithological, and petrographic research methods was used to study a series of samples of coals and host rocks. Measurements were carried out on a QDI-302 Craic Spectrophotometer microscope with a 50× objective lens according to the standard methodology ISO 7404-5 in reflected polarised light using a Spinel standard (Ro = 0.426%) in oil immersion. X-ray fluorescence analysis was performed using a *Respect* device with an energy dispersive spectrometer without vacuum, having an X-ray tube with a silver anode (registration of elements only from K to U). Anode voltage — 30 kV. Current — 0.3 mA. Exposure time (τ) — 300 s. Y axis — intensity of characteristic lines, rel. units

**Results.** The lithological features of the studied samples were elucidated, and the material-petrographic composition of the coals was studied. In the spore-pollen assemblage from the studied deposits, the dominant associations were determined by the predominance of two-bag pollen of *Disaccites* (*Pinaceae*) conifers. On this basis, the age of the Begichevskaya Formation rocks was established as belonging to the Albian and Cenomanian stages of the Lower-Middle Cretaceous.

**Conclusion.** The degree of variability of coals was estimated; their grades (technological groups) and the trace element composition of ash were determined. The reflection values of vitrinites were measured in order to clarify the stage of changes in brown coals and obtain the quantitative characteristics of their quality. The reflection values of vitrinites (Ro) are from 0.32 to 0.52%, which corresponds to the stages of brown coal changes, technological groups 1B—3B.

**Keywords:** brown coal, vitrinite, Cretaceous sediments, gelification, X-ray fluorescence analysis, Albian stage, Cenomanian stage, Begichevskaya formation, lake Taimyr region, Yenisei-Khatanga trough

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**Financial disclosure:** research was carried out on the subject of the State Assignment of the GIN RAS No. 0135-2019-0073.

**Acknowledgments:** the authors are grateful to G.N. Aleksandrova (GIN of the RAS), S.M. Lyapunov (GIN of the RAS, chemical analytical laboratory), and N.V. Pronina (Moscow State University). The article is dedicated to the coal geologist, graduate of the Moscow State Geological Institute, Honored Geologist of the RSFSR E.V. Terentyev, a researcher of Donetsk, Pechora, South-Yakutia and Taimyr coal basins [6].

**For citation:** Zhuravlev A. N., Stukalova I.E. New data on brown coal occurrences in the Yamutarda and Dyuntaturku-yamu river basin in the northern part of the Yenisei-khatanga trough. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2020;63(3):16—26. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-16-26>

*Manuscript received 25 February 2020*

*Accepted 28 August 2020*

*Published 09 November 2020*

\* Corresponding author

Настоящая работа посвящена актуальной проблеме угленосности меловых отложений северной части Енисей-Хатангского прогиба. Проявления бурых углей, локализованные в альб-сеноманских отложениях района оз. Таймыр, принадлежат Таймырскому буроугольному району, относящемуся к Усть-Енисейской буроугольной минерагенической области. В этом районе в 30—50 км известно еще шесть проявлений углей в альб-сеноманских и турон-коньякских разрезах мела. Четыре, наиболее крупные из них, расположены на северном и южном берегах оз. Таймыр, два — южнее, во врезках рек Биска и Ямутарида.

Проявления северного берега оз. Таймыр приурочены к альбским отложениям нижнего мела, представленным светло-серыми тонкозернистыми и среднезернистыми песками и песчаниками с редкими прослоями и линзами алевролитов, конкрециями сидерита, гальками глин. Бурый уголь в виде крошки, отдельных прослоев и пропластков встречается практически по всему разрезу. Залегание угольных прослоев горизонтальное. Мощность прослоев чаще всего невелика: от 0,1 до 0,5 м, но иногда они достигают 1 м, особенно в верхней части разрезов.

Проявления на южном берегу оз. Таймыр (мыс. Депту-Мала) залегают среди светло-серых алевритов, зеленовато-серых глин и песков и представлены многочисленными прослоями (мощностью 0,1—0,15 м) бурого угля; один из пластов имеет мощность около 1 м. В совокупности с двумя ближайшими

прослоями он образует пласт сложного строения, общей мощностью ~ 1,5 м.

Проявления, расположенные южнее, установлены в альбских и турон-коньякских отложениях. Для них характерны угольные прослои небольшой мощности (от 0,1 до 0,5 м) и присутствие многочисленных тонких пропластков и линз песчанистого материала (нередко до 50% от объема пласта).

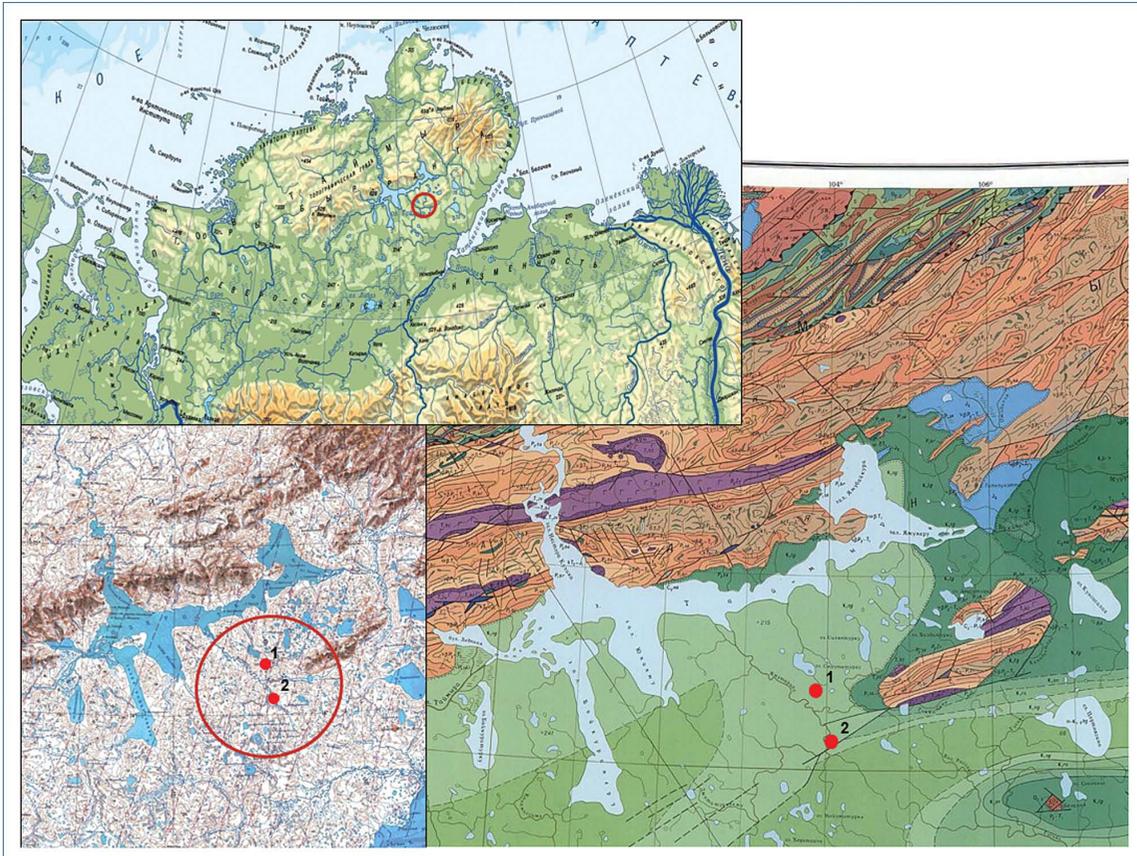
Почти все угли относятся к классу гелитолитов. Преобладающими типами являются липоидно-фюзинито-гелиты и липоидо-фюзинито-гелититы [5].

Технологический анализ углей показывает (судя по выходу летучих) примерно одинаковую степень метаморфизма; угли являются переходными от бурых к каменным. По качественным показателям (важность 9—13%, зольность 6—19%, выход летучих — 33—60%, теплота сгорания 19,17—30,51 МДж/кг) хорошо сопоставляются с углями правобережья р. Хеты и устья р. Хатанги [2].

В Таймырском потенциальном буроугольном районе запасы угля могут быть значительными. На изученной площади наибольший интерес представляет северный борт озера Таймыр, где в двух проявлениях выявлены угольные пласты промышленной мощности. Остальные проявления практического значения не имеют из-за малой мощности пластов и значительной примеси терригенного материала.

## Результаты

По локальным выходам меловых пород, распространенных на площади около 2000 км<sup>2</sup>



**Рис. 1.** Расположение разрезов (1) и (2) альб-сеноманских отложений бегичевской свиты ( $K_{1-2}bg$ ) по материалам ГГК-1000/2 (новая серия), S-47-49, [2]. Месторождения бурых углей: 1 — Юрунг-Тумус (Нордвик), 4 — Хатангское; каменных углей: 2 — Слободское, 3 — Крестьянское, 5 — Кайерканское

**Fig. 1.** Disposition of sedimentary complexes (1) and (2) of Early Cretaceous sands of Begichev formation ( $K_{1-2}bg$ ), after new mapping [2]. Khatanga region, Taimyr basin, North Russia. Coal deposits of brown coals: 1 — Nordvik, 4 — Khatanga; bituminous coals: 2 — Slobodskoe, 3 — Krestyanskoe, 5 — Kaerkanskoe

в районе озера Таймыр, изучена серия разрезов альб-сеноманских отложений. В двух разрезах бегичевской свиты выявлены тонкие пласты и небольшие линзы углей. Ниже приводится подробное литологическое описание данных разрезов, петрографическая характеристика углей, данные рентгенофлуоресцентного анализа части отобранных образцов углей.

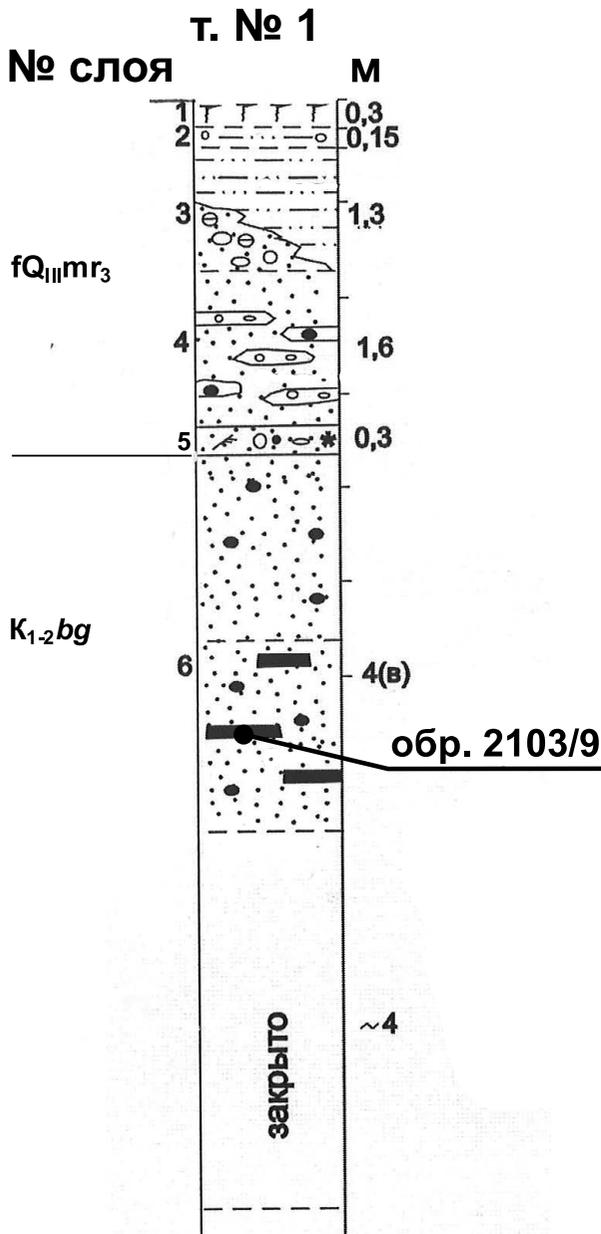
Изучаемые проявления угля в обнажениях 1 и 2 (рис. 1) расположены в районе озера Таймыр [3].

Проявления северного берега оз. Таймыр залегают в альбских отложениях нижнего мела, представленных песками, песчаниками с прослоями алевролитов и глин. Бурый уголь в виде отдельных прослоев и пропластков встречается практически по всему разрезу.

Т. 1 находится в верховье руч. Незаметный (правый приток р. Боотанкага), на крутом склоне

водораздела с абс. отм. 156,0, в 0,6 км юго-западнее этой отметки. Склон местами обрушился, открывая разрез меловых (сл. 6) и неоплейстоценовых (сл. 1—5) отложений (рис. 2). Сверху вниз (мощность в метрах) приводится описание разреза:

1. Сл. 1. Суглинки темно-коричневые, торфянистые с корнями растений ..... 0,3
2. Супесь светло-коричневая с мелкими обломками и галькой ..... 0,15
3. Супесь сильно песчанистая, переходящая вниз по разрезу в пески среднезернистые с сидеритовыми конкрециями с хорошо окатанной галькой местных терригенных пород с примесью гранитов, осветленных основных пород, красновато-коричневых мелкозернистых песчаников. Характерна высокая степень окатанности обломков и пестрота их состава. Повсеместно в слое отмечаются конкреции сидерита лилово-черного



**Рис. 2.** Разрез меловых и неоплейстоценовых отложений, верховье руч. Незаметный. Условные обозначения см. на рис. 5

**Fig. 2.** Sedimentary complex of Cretaceous and Neopleistocene sediments, upper stream Nezametnyi. For legend see Fig. 5

- цвета, разнообразной формы: плоские, сферические, овальные, неправильные ..... 1,3
4. Пески мелкозернистые серые с невыдержанными прослоями (5—10 см) из гальки мелкой и крупного песка ..... 1,6
5. Горизонт песков крупнозернистых с галькой и гравием местных пород, обломками углефици-

рованной древесины и угольной крошки черного смолистого угля. Отмечается общая обохренность слоя. Контакты верхние и нижние резкие, горизонтальные ..... 0,3

6. Пески светло-серые среднезернистые с рассеянной вкрапленностью и разобщенными прослоями и линзами черного угля, состоящими из целых кусков (10—15 см). На некоторых образцах сохранена текстура дерева (обр. 2103/9) ..... >4

Минералогический анализ пород бегичевской свиты показал, что в легкой фракции преобладают кварц (53%) и полевые шпаты (37%), слюда (0—1%) и уголь (1%). Минеральный состав тяжелой фракции: циркон, магнетит, турмалин — ред. зн., гранат — 1%. Характерны единичные зерна графита и янтаря.

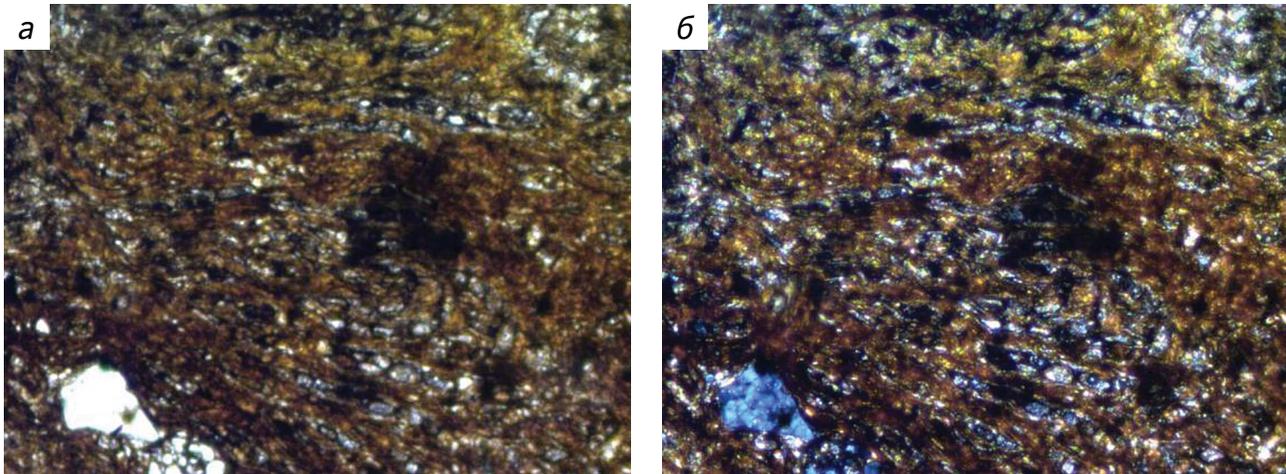
Спорово-пыльцевой комплекс (СПК) в слое 6 аналогичен установленному в Т. 2, на основании этого возраст меловых отложений в разрезе принят альб-сеноманским.

Образец № 2103/9 представляет собой гелифицированные спрессованные древесные остатки. Образец хрупкий, отчетливо выделяется раковистый излом, цвет черный, черта коричневая. По сравнению с образцами из разреза в Т. 2 немного более изменен.

По данным рентгенофлуоресцентного анализа в образце угля № 2103/9 содержатся химические элементы, % вес: Ca — 0,66, Mn — 0,19, Fe — 0,31, Sr — 0,05, Zr — 0,003, Ti — 0,11, K — 0,28, Rb — 0,0003.

При микроскопическом изучении образца в проходящем свете наблюдаются крупные фрагменты гелифицированных, слабоизмененных гумусовых растительных тканей. Преобладают гелифицированные микрокомпоненты светло-коричневого и темно-коричневого цвета, слабо-разложившиеся, представленные структурным и бесструктурным витринитом (гуминитом) (рис. 3). Мелкие фрагменты, вероятно, более окисленные, темно-коричневого цвета представлены гелинито-фюзинитом. Наблюдается отчетливо выраженное волокнистое строение, клеточные полости вытянутые или изометричные, стенки клеток слегка набухшие. Практически все клеточные полости заполнены карбонатным материалом, скорее всего, сидеритом. Встречаются крупные и мелкие неокатанные зерна кварца.

Вероятно, это начальный процесс гелификации, т.е. изменения в водной, слабопроточной среде без доступа кислорода, без длительных переносов растительного материала и при быстром опускании области торфонакопления.



**Рис. 3.** Шлиф 2103/9. Микрофотографии в проходящем поляризованном свете, николи параллельны (а), николи скрещены (б); ув. ×100  
**Fig. 3.** Sample 2103/9. Photo under microscope in transmitted polarized light, nicolls parallel (a), nicolls crossed (b); ×100

Для определения количественной характеристики стадии изменения в некоторых образцах углей определялась величина отражения витринита. Измерения производились на микроскопе-спектрофотометре фирмы Craic Spectrophotometer QDI-302 по стандартной методике (ISO 7404-5) в отраженном поляризованном свете с использованием эталона Spinel ( $R_o = 0,426\%$ ), в масляной иммерсии, объектив 50 $\times$ .

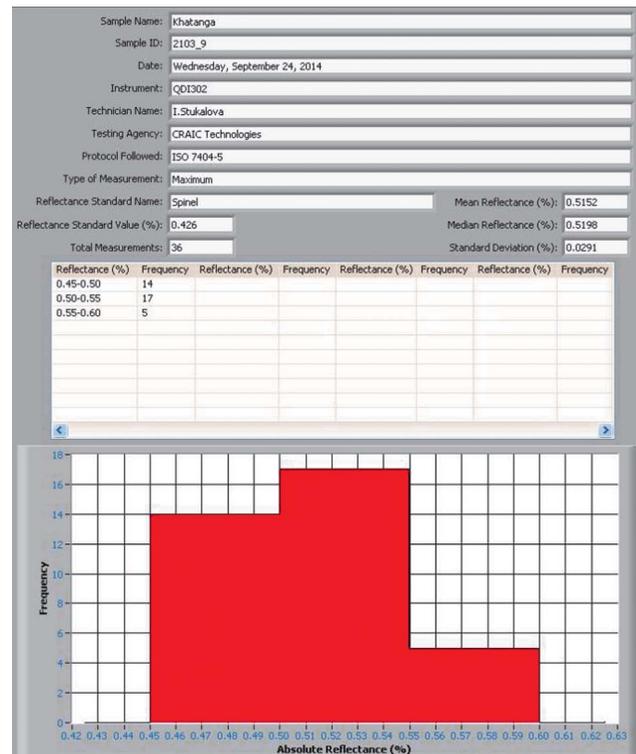
Величина отражения витринита в образце угля 2103/9 составляет  $R_o = 0,52\%$  (0,5152), что соответствует стадии изменения бурых углей, технологических групп (марок) 2Б—3Б [1] (рис. 4).

Т. 2. находится в нижнем течении р. Дюнтатурку-Яму на ее правом берегу, в 11 км от устья. Крутой береговой обрыв высотой 14 м, расположенный в 40 м от уреза воды, сложен *бегичевской свитой* ( $K_{1-2}bg$ ) альб-сеноманского возраста, представленной: светло-серыми и коричневатými песками, тонкозернистыми, пестроцветными мелко- и среднезернистыми, косослоистыми, с конкрециями сидерита, гнездами глин, прослоями и линзами угольной крошки и угля.

Снизу вверх в разрезе выделяются:

1. Пески мелкозернистые светло-серые, с глинистыми примазками горизонтальнослоистые. Видимая мощность, м ..... 1
2. Алевриты серые горизонтальнослоистые ... 0,25
3. Пески коричневато-серые среднезернистые горизонтальнослоистые, местами — с пятнами слабого ожелезнения. Ожелезнение отмечается также в тонких прослоях (1—3 см) в верхней части слоя. Местами по слоистости — угольная крошка и пыль в виде тонких (0,25 см и менее) слоев.

Слоистость горизонтальная, вверх по слою появляется косая с углом наклона 16—20°. Угольной крошки в косослоистых песках меньше. Угли хрупкие черные матовые (*обр. 2109/1а*) ..... 2,3  
 4. Пески светло-серые среднезернистые обожженные по слоистости, с крошкой углей черных,



**Рис. 4.** Измерение величины отражения витринита в обр. 2103/9.  $R_o = 0,52\%$   
**Fig. 4.** Vitrinite reflectance, polished sample 2103/9.  $R_o = 0.52\%$

- со смолистым блеском, размеры «крошек» — от пыли до 3 см, расположены прерывающимися ровными тонкими (0,5—3 см) слоями, пересекающимися и сливающимися между собой ..... 0,35—0,5
5. Пески серо-бурые, с железистыми стяжениями в виде гнезд размером до 1—5 см, с конкрециями сидерита темно-серого цвета в количестве 15—25%; содержат гнезда диаметром 1—3 см серых глин, обломки (до 5 см) обугленной древесины (обр. 2109/1) ..... 0,3
6. Пески светло-серые горизонтальнослоистые среднезернистые, послойно слабо ожелезненные ..... 1,5
7. Пески коричневато-серые среднезернистые косослоистые (угол 8—14°), с крошкой (1—3 см) углей по слоистости. Толщина слойков — не более 2 см, чаще — 0,5 см. По слоистости отмечается слабое ожелезнение ..... 0,4
8. Пески среднезернистые серо-коричневые, с гнездовидным интенсивным ожелезнением. Гнезда диаметром не более 0,5 см на выветрелой поверхности образуют специфичную пятнистую текстуру. В нижней части — прослой с более интенсивным ожелезнением ..... 2,5
9. Пески светло-серые тонкие алевритистые неяснослоистые, косослоистые ..... 1,1
10. Пески среднезернистые горизонтальнослоистые интенсивно ожелезненные ..... 0,5
11. Пески, аналогичные слою 10, но с обломками угля черного, матового, хрупкого; размер обломков угля — первые см; с большим количеством (~20% объема породы) сидеритовых конкреций (обр. 2109/15, 2109/16) ..... 0,5
12. Пески среднезернистые пестрые (бурый, коричневый, желтый цвет) ожелезненные (ожелезнение — как общее, так и по субвертикальным зонам шириной 10—20 см); гнезда углей, аналогичные сл. 11, и обугленной древесины. Размер отдельных щепок и палок до 15 см ..... 1,2  
Общая мощность бегичевской свиты в разрезе — 12,05 м.
13. Гляциофлювиальные валунники, галечники и пески ( $fQ_{III}mr_3$ ) ..... 0,4—1  
Минералогический анализ пород показал, что в легкой фракции преобладают кварц (47—56%) и полевые шпаты (34—53%), обломки пород составляют 5—21%, в небольших количествах присутствуют также слюда и уголь (0—2%). В нижней части разреза кварц чистый, прозрачный, представлен угловатыми и полуокатанными обломками. Вверх по разрезу все более преобладающим становится кварц

с примазками и покрытый корочками гидроокислов железа.

Минеральный состав тяжелой фракции: сидерит — 21—81%, гранат — 4—25%, пироксены — 5—12%; эпидот и цоизит — 3—6%, анатаз, рутил, лейкоксен — до 6%, циркон — от ред. зн. до 5%, сфен — от ред. зн. до 3%, рудные минералы (магнетит, ильменит, хромит) — 6—39%, апатит — до 2%, единичные зерна — ставролит, дистен, турмалин, амфиболы, шпинель.

Для установления возраста отложений изучался споро-пыльцевой комплекс, анализы были выполнены в ГИН РАН Г.Н. Александровой.

В спорово-пыльцевом комплексе (СПК) из изучаемых отложений доминирующие ассоциации обнаруживают близкое сходство с комплексами верхнего альба и сеномана. Преобладание двухмешковой пыльцы хвойных *Disaccites* (*Pinaceae*), присутствие пыльцы хвойных древнего облика (*Piceapollenites*), существенное количество *Taxodiaceae-Cupressaceae*, малое разнообразие схийейных (*Cicatricosisporites*, *Appendicisporites*), повсеместные *Osmundacidites* spp., *Laevigatosporites* ovatus, малочисленные, но разнообразные *Lycopodiumsporites*, *Aequitriradites*, *Rouseisporites* и единичная пыльца покрытосеменных *Tricolpites* характеризуются ассоциациями спор и пыльцы, близких к альбским. Сеноманский возраст СПК установлен на основании присутствия спор *Ruminatisporites delicatus*. Они имеют широкое горизонтальное распространение, приурочены только к сеноманскому ярусу и являются руководящими для вмещающих отложений. На основании этих данных возраст свиты определяется как альб-сеноман.

Образец № 2109/15, отобранный из прослоя 11 в Т. 2, представлен полугелифицированной древесиной, прослой по 0,5—1,0 см, чередуется более или менее измененная древесная ткань. Отмечаются внутренние секреторные выделения. Древесная ткань с хорошо выраженной телинитовой структурой (отчетливо прослеживается структура растительной ткани). Образец темно-коричневого до черного цвета, есть и окисленная древесная труха. Цвет черты коричневый. Из микрокомпонентов присутствует семигелифузинит, который расщепляется на мелкие вытянутые осколки и щепки. Иногда по краям гелифицированных тканей встречаются желтые вкрапленники, похожие на смолу или кутикулу, как бы повторяющие контуры растительных тканей, возможно, суберинит (кора). Отмечаются желто-оранжевые выделения (иногда рыхлые) в самой древесине — секреторные выделения

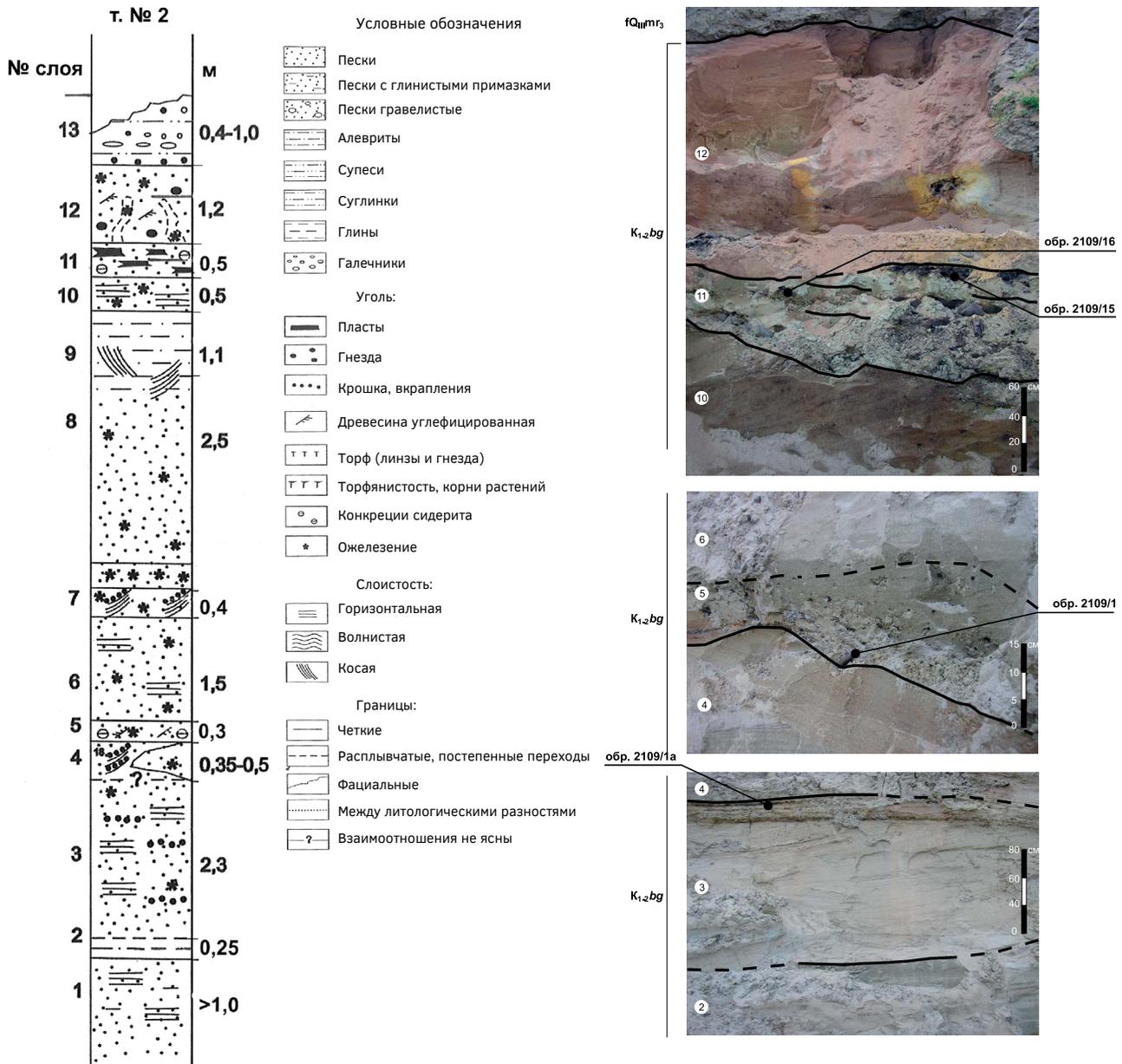


Рис. 5. Разрез отложений бегичевской свиты ( $K_{1-2}bg$ ) и муруктинского горизонта ( $fQ_{III}mr_3$ ) в нижнем течении р. Дюнтатурку-Яму

Fig. 5. Sedimentary complex (2) of Early Cretaceous sediments of Begichev formation ( $K_{1-2}bg$ ) and Murukting horizon ( $fQ_{III}mr_3$ ) approximately Dyuntaturku-Yamu river

наподобие смолы. Минеральная примесь, скорее всего, глинистая (каолинит). Вмещающие отложения — песок, нелитифицированный.

В образцах углей были определены содержания микроэлементов методом рентгенофлуоресцентного анализа в химико-аналитической лаборатории ГИН РАН.

Рентгенофлуоресцентный анализ выполнен на приборе «Респект» с энергодисперсионным спектрометром без вакуума, рентгеновская трубка

с серебряным анодом (регистрация элементов только от К до U. Анодное напряжение — 30 кВ. Ток — 0,3 мА. Время экспозиции ( $\tau$ ) — 300 с. Ось у — интенсивность характеристических линий, отн. ед.

По данным рентгенофлуоресцентного анализа содержание химических элементов, % вес:

в образце № 2109/1 (слой 5, обнажение Т. 2):  
Ca — 0,73, Mn — 0,02, Fe — 0,49, Sr — 0,01, Zr — 0,1, Nb — 0,002, Ti — 0,21, Cr — 0,01, Ni — 0,03, Ga — 0,003, As — 0,001;

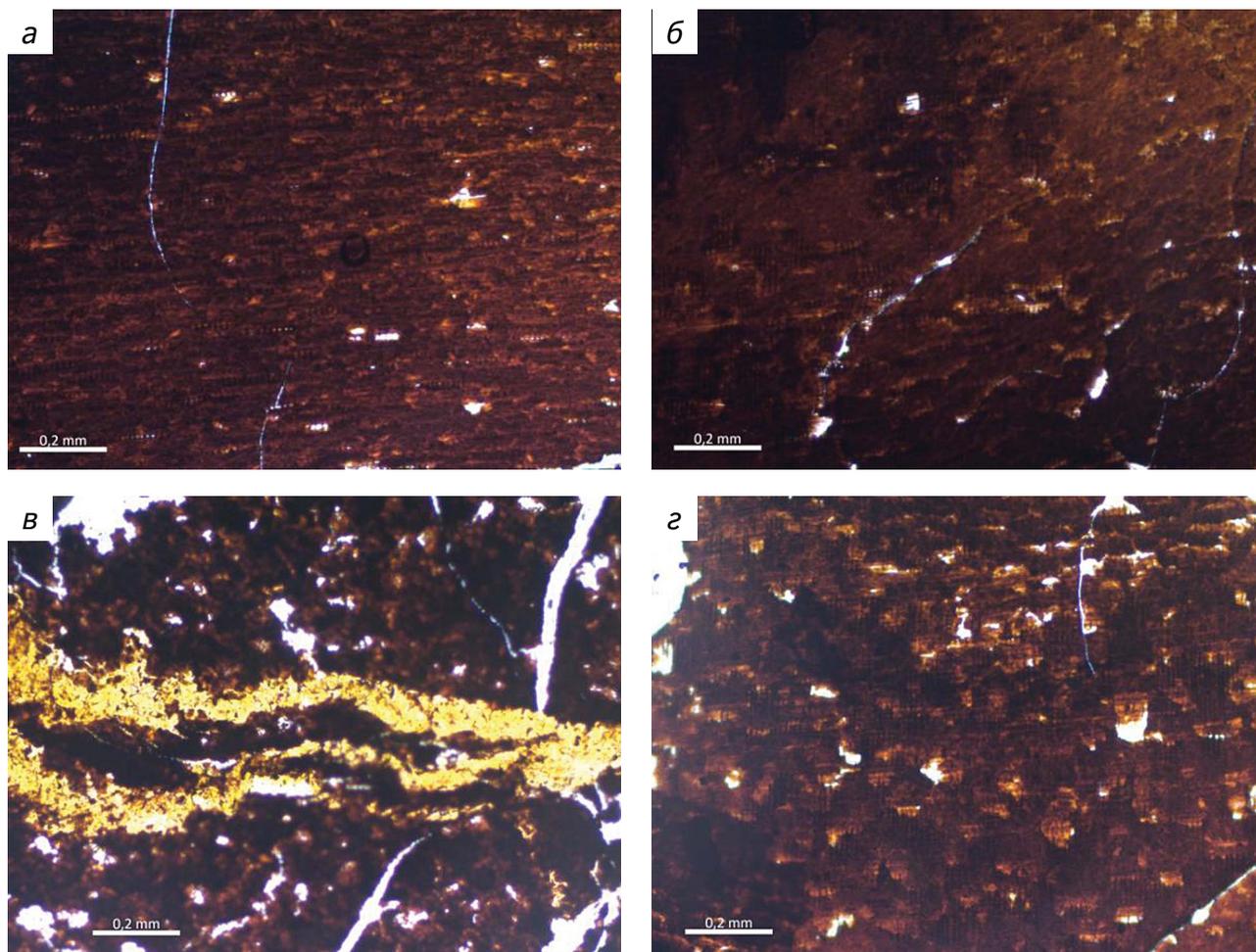
в образце № 2109/15 (слой 11, обнажение Т. 2): Ca — 4,93, Mn — 2,22, Fe — 31,21, Sr — 0,03, Y — 0,001, Zr — 0,04, Nb — 0,004, Ti — 0,26, Cr — 0,02, Ga — 0,001;

в образце № 2109/16 (слой 11, обнажение Т. 2): Ca — 2,69, Mn — 3,46, Fe — 28,93, Sr — 0,01, Y — 0,001, Zr — 0,03, Nb — 0,001, Ti — 0, Cr — 0, Ga — 0.

В шлифе 2109/15 (рис.6, а, б, г) по краям фрагментов растительных гумусовых тканей видно, что гелифицированное вещество находится на начальном этапе преобразования. Гелифицированное вещество в основном однородное, иногда комковатой структуры, темно-коричневого цвета. Среди микрокомпонентов можно отметить структурный и бесструктурный витринит, ксиленит и резинит. Большая часть — структурный комковатый

витринит и резинит. Витринит темно-коричневого цвета. Выделяются крупные полосы смолы ярко-желтого цвета (резинит), в скрещенных николях резинит анизотропен (рис. 6, в). Скорее всего, это стадия бурых углей (лигнитовая), технологическая группа (марка) 1Б [1, 7].

В образцах 2109/15 и 2109/16 были проведены измерения величин отражения витринитов с целью уточнения стадии изменения бурых углей и получения количественных характеристик их качества. Величины отражения витринитов в образцах № 2109/15 и 2109/16 составляют  $R_o = 0,32\%$  (0,3158) и  $R_o = 0,48\%$  (0,4791), стадии изменения 1Б—2Б (рис. 7) и 2Б (рис. 8) соответственно. По показателю отражения витринита данные образцы относятся к бурым углям [1, 4, 7].



**Рис. 6.** Шлиф 2109/15. Бурый уголь. Виден структурный комковатый витринит и желтые включения смолы. Микрофотографии в проходящем поляризованном свете, николи параллельны; ув. x 100

**Fig. 6.** Sample 2109/15. Brown coal. Structure vitrinite and yellow resinite. Photo under microscope in transmitted polarized light, nicolls parallel,  $\times 100$

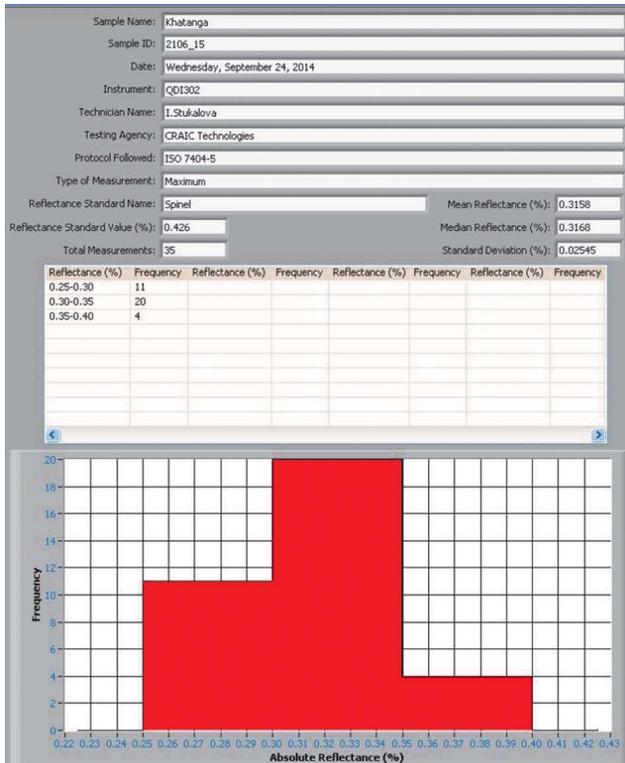


Рис. 7. Измерение величины отражения витринита в обр. 2109/15.  $R_o=0,32\%$   
 Fig. 7. Vitrinite reflectance, polished sample 2109/15.  $R_o=0.32\%$

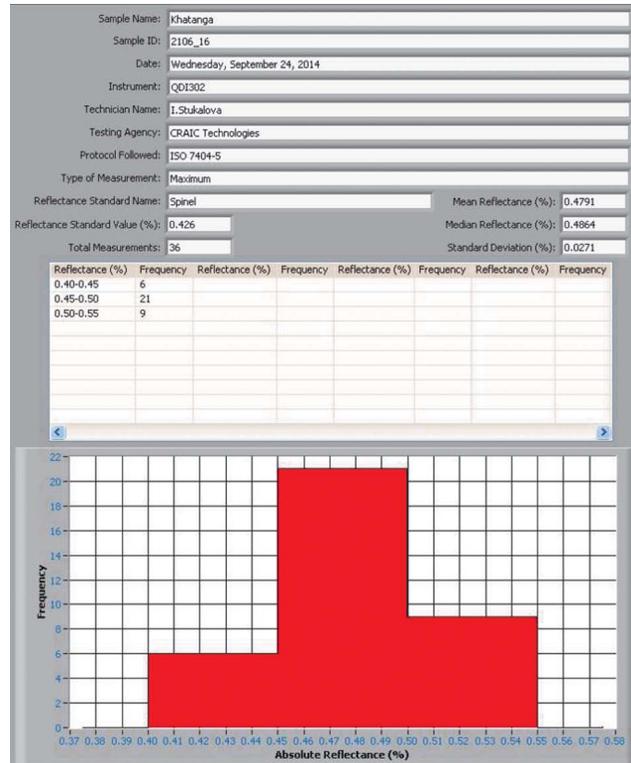


Рис. 8. Измерение величины отражения витринита в обр. 2109/16.  $R_o=0,48\%$   
 Fig. 8. Vitrinite reflectance, polished sample 2109/16.  $R_o=0.48\%$

### Выводы

1. Получены новые данные по проявлениям бурого угля в северной части Енисей-Хатангского прогиба в районе оз. Таймыр, важного региона для поисков новых источников углеводородного сырья.

2. Впервые проведены углепетрографические исследования для углей бегичевской свиты, в результате чего определены технологические группы (марки) углей и оценен микроэлементный состав пород и золы углей. В работе были измерены величины отражения витринитов с целью уточнения стадии изменения бурых углей и получения количественных характеристик их качества.

3. Впервые точно установлен стратиграфический возраст вмещающих отложений по споро-пыльцевому комплексу.

4. Оценен микроэлементный состав пород и золы углей.

### Заключение

Детально охарактеризованы литологические особенности пород и изучен вещественно-петрографический состав углей. В спорово-пыльцевом комплексе из изучаемых отложений определены доминирующие ассоциации по преобладанию двухмешковой пыльцы хвойных *Disaccites (Pinaceae)*. На основании этого установлен возраст пород бегичевской свиты как относящийся к альбскому и сенманскому ярусам нижнего-среднего мела.

Оценена степень изменчивости углей, определены их марки (технологические группы) и микроэлементный состав золы. Измерены величины отражения витринитов с целью уточнения стадии изменения бурых углей и получения количественных характеристик их качества. Величины отражения витринитов ( $R_o$ ) составляют от 0,32 до 0,52%, что соответствует стадиям изменения бурых углей, технологическим группам 1Б—3Б.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Авушевич И.В., Сидорук Е.И., Броневец Т.М. Стандартные методы испытания углей. Классификации углей. М.: Реклама мастер, 2018. 576 с.
2. Геология месторождений угля и горючих сланцев

- СССР. Т. 12. М.: Недра, 1978. 395 с.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000. Лист S-47—49 — оз. Таймыр. Объяснительная записка. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1998.
  - Еремин И.В., Броновец Т.М. Марочный состав углей и их рациональное использование. М.: Недра, 1994. 254 с.
  - Петрографические типы углей СССР. Под ред. А.А. Любер. М.: Недра, 1975. 248 с.
  - Российская геологическая энциклопедия. Приложение. М. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2014. 496 с.
  - Стукалова И.Е., Сыкорова И., Мах К. Петрографические типы бурых углей. Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2012. № 1. С. 27—33.

## REFERENCES

- Avgushevich I.V., Sidoruk E.I., Bronovec T.M. Standartnye metody ispytaniya uglej. Klassifikacii uglej [Standard Test Methods for Coals]. Moscow: Reklama master Publ., 2018. 576 p.
- Geologija mestorozhdenij uglja i gorjuchih slancev SSSR [Geology of coal and oil shale deposits in the USSR]. Vol. 12. Moscow: Nedra Publ., 1978. 395 p.
- Gosudarstvennaja geologicheskaja karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1: 1 000 000. List S-47—49 — оз. Таймыр. Ob'jasnitel'naja zapiska [State geological map of the Russian Federation. Scale 1: 1 000 000. Sheet S-47—49 — lake Taimyr. Explanatory note]. Saint Peterberg: VSEGEI Publ., 1998.
- Eremin I.V., Bronovec T.M. Marochnyj sostav uglej i ih racional'noe ispol'zovanie [Coal grades and their rational use]. Moscow: Nedra Publ., 1994. 254 p.
- Petrograficheskie tipy uglej SSSR. Ed. A.A. Ljuber [Petrographic types of coal in the UUSR. Ed. A.A. Luber]. Moscow: Nedra Publ., 1975. 248 p.
- Rossijskaja geologicheskaja jenciklopedija. Prilozhenie [Russian Geological Encyclopedia. Application]. Moscow—Saint Peterburg: VSEGEI Publ., 2014. 496 p.
- Stukalova I.Ye., Sykorova I., Max K. Petrographic types of brown coals. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy — Geologiya i razvedka — Proceedings of higher educational institutions. Geology and exploration, 2012, no. 1, pp. 27—33. (In Russian).

## ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Журавлев А.Н. — работая в ФГУНП «Аэрогеология» и проводя геологическую съемку данной территории собрал полевой каменный материал для статьи, разработал концепцию статьи, подготовил текст статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Стукалова И.Е. — разработала концепцию статьи, подготовила текст статьи, окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Alexey N. Zhuravlev — worked in firm “Aerogeology” and during geology mapping in Taimyr region combined rocks material for investigations, developed the article concept, prepared the text, approved the final version of the article and accepted the responsibility for all aspects of the work.

Irina E. Stukalova — developed the article concept, prepared the text, approved the final version of the article and accepted the responsibility for all aspects of the work.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Журавлев Алексей Николаевич** — кандидат геолого-минералогических наук, начальник отдела региональных работ ФГБУ «Гидроспецгеология»  
4, ул. Маршала Рыбалко, г. Москва 123060, Россия  
e-mail: [zhuravlev@geomonitoring.ru](mailto:zhuravlev@geomonitoring.ru)  
SPIN-код: 5448-1479  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6383-6687>

**Alexey N. Zhuravlev** — Cand. of Sci. (Geol.-Min.), top manager of department of regional works, FSBI “Gidrospezgeology”  
4, Marshal Rybalko str., Moscow 123060, Russia  
e-mail: [zhuravlev@geomonitoring.ru](mailto:zhuravlev@geomonitoring.ru)  
SPIN: 5448-1479  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6383-6687>

**Стукалова Ирина Евгеньевна\*** — кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории седиментологии и геохимии осадочных бассейнов Геологического института РАН  
7, Пыжевский пер., г. Москва 119017, Россия  
e-mail: [stukalova@ginras.ru](mailto:stukalova@ginras.ru)  
тел.: +7 (499) 953-66-18  
SPIN-код: 7028-8177  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4639-2145>

**Irina E. Stukalova\*** — Cand. of Sci. (Geol.-Min.), senior researcher, Geological Institute of the RAS  
7, bld. 1, Pyzhevsky lane, Moscow 119017, Russia  
e-mail: [stukalova@ginras.ru](mailto:stukalova@ginras.ru)  
tel.: +7 (499) 953-66-18  
SPIN: 7028-8177  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4639-2145>

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



<https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-27-37>  
УДК 55.553.073.3



## ЗОЛОТОРУДНЫЕ И ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИЕ ПЛАСТОВО-КОЛЧЕДАННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ КУБЫ

Д. ДЕ ЛА НУЭС КОЛОН<sup>1,2,\*</sup>, М. САНТА КРУС ПАЧЭКО<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»  
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия

<sup>2</sup> Институт геологии и палеонтологии. Геологическая служба Кубы  
1002 е, ш. Бланка. ст. Центральная, Сан-Мигель-дель-Падрон, Гавана. Куба

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Колчеданные месторождения являются одним из важнейших источников Cu и Zn, на них приходится большая доля мировой добычи Pb, Ag, Au, Se, Te, Bi, Sb, а также небольшие количества многих других металлов. В породах меловой свиты Лос-Пасос известны колчеданные месторождения полиметаллов, которые в разной степени представляют экономический интерес.

**Цель:** показать перспективность меловых вулканических отложений Центральной Кубы для поисков месторождений золота, серебра, меди, цинка и свинца.

**Материалы и методы.** В исследовании охарактеризованы колчеданные месторождения Сан-Фернандо, Индэпэндэнсиа, Антонио, Лос-Серрос и рудопроявления Бока-дель-Торо и Эль-Соль, локализованные в свите Лос-Пасос. Описаны сходства и различия минерального и элементного состава и структур руд этих объектов, которые лежат в основе оценки их экономического значения.

**Результаты.** Намечена широтная зональность колчеданного и благородного металлического оруденения рудного района Центральной Кубы. На западе преобладают медно-колчеданные месторождения с сопутствующими золоторудными объектами. На востоке распространены медно-цинковые колчеданные месторождения с баритом и золото-серебряными объектами.

**Заключение.** Необходимо предполагать соответствующий различный эрозионный срез блоков меловой вулканической дуги Центральной Кубы. На западе он больше, на востоке меньше. На основании прожилковых руд золота, приуроченности их к тектоническим зонам и отсутствия корреляции между благородными и халькофильными металлами на месторождении Сан-Фернандо, а также существенно разными золото-серебряными отношениями в рассмотренных рудных объектах можно предположить, что часть золото-серебряных руд формировалась после колчеданных. Отмечается отношение Au/Ag для руд типа high sulfidation (высокосульфидные руды) сходных рудных районов Венесуэлы и Курильской островной дуги. В этой связи можно ожидать скрытые месторождения золота на западе и золото-серебряные на востоке исследованного района.

**Ключевые слова:** природные типы колчеданных руд, Центральная Куба, геологические строение, оруденение

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Де ла Нуэс Колон Д., Санта Крус Пачэко М. Золоторудные и золотосодержащие пластово-колчеданные месторождения Центральной Кубы. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2020;63(3):27—37. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-27-37>

Статья поступила в редакцию 14.02.2020

Принята к публикации 28.08.2020

Опубликована 09.11.2020

\* Автор, ответственный за переписку

## GOLD AND GOLD-BEARING VOLCANOGENIC MASSIVE SULPHIDE DEPOSITS OF THE CENTRAL CUBA

DEYSY DE LA NUEZ COLON<sup>1,2,\*</sup>, MARIA SANTA CRUZ PACHECO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting  
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia*

<sup>2</sup> *Institute of Geology and Paleontology (IGP). Cuba geological service  
Vía Blanca No. 1002 e. Línea del Ferrocarril y Ctra. Central, San Miguel del Padrón, La Habana. Cuba*

### ABSTRACT

**Background.** Volcanogenic massive sulphide deposits (VMS) are the most important sources of Cu and Zn; they account for a large share of the world production of Pb, Ag, Au, Se, Te, Bi and Sb, as well as small amounts of many other metals. The polymetallic VMS deposits of economic value of varying degrees are known in the rocks of the Los Pasos Cretaceous Formation, Cuba.

**Aim.** To show the potential of the Cretaceous volcanic deposits of Central Cuba for gold, silver, copper, zinc and lead deposit prospecting.

**Materials and methods.** The study characterises the San Fernando, Independencia, Antonio, Los Cerros VMS deposits and the Boca del Toro and El Sol ore occurrences located in the Los Pasos Formation. The similarities and differences in the mineral and elemental composition and structures of the ores of these objects are described, which underlie the assessment of their economic importance.

**Results.** The latitudinal zoning of VMS and noble metal mineralisation of the Central Cuban ore region is outlined. In the west, copper-VMS deposits with accompanying gold ore objects prevail. In the east, copper-zinc VMS deposits with barite and gold-silver objects are widespread.

**Conclusions.** It is necessary to assume the different erosional sections corresponding to the blocks of the Cretaceous volcanic arc of Central Cuba, which is larger in the west and smaller in the east. Proceeding from the presence of veinlet gold ores, their confinement to tectonic zones and the lack of correlation between noble and chalcophile metals at the San Fernando deposit, as well as significantly different gold-silver ratios in the considered ore objects, it could be assumed that some of the gold-silver ores were formed after VMS. The obtained Au/Ag ratios are close to the ores of the high sulphidation type (high sulphide ores) from similar ore regions of Venezuela and the Kur-il island arc. In this regard, one can expect hidden gold deposits in the west and gold-silver deposits in the east of the studied area.

**Keywords:** Volcanogenic Massive Sulfide, Central Cuba, geological structure, mineralization

**Conflict of interest:** the author declares no conflict of interest.

**Financial disclosure:** no financial support was provided for this study.

**For citation:** De la Nuez Colon D., Santa Cruz Pacheco M. Gold and gold-bearing volcanogenic massive sulphide deposits of the Central Cuba. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2020;63(3):27—37. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-27-37>

*Manuscript received 14 February 2020*

*Accepted 28 August 2020*

*Published 09 November 2020*

\* Corresponding author

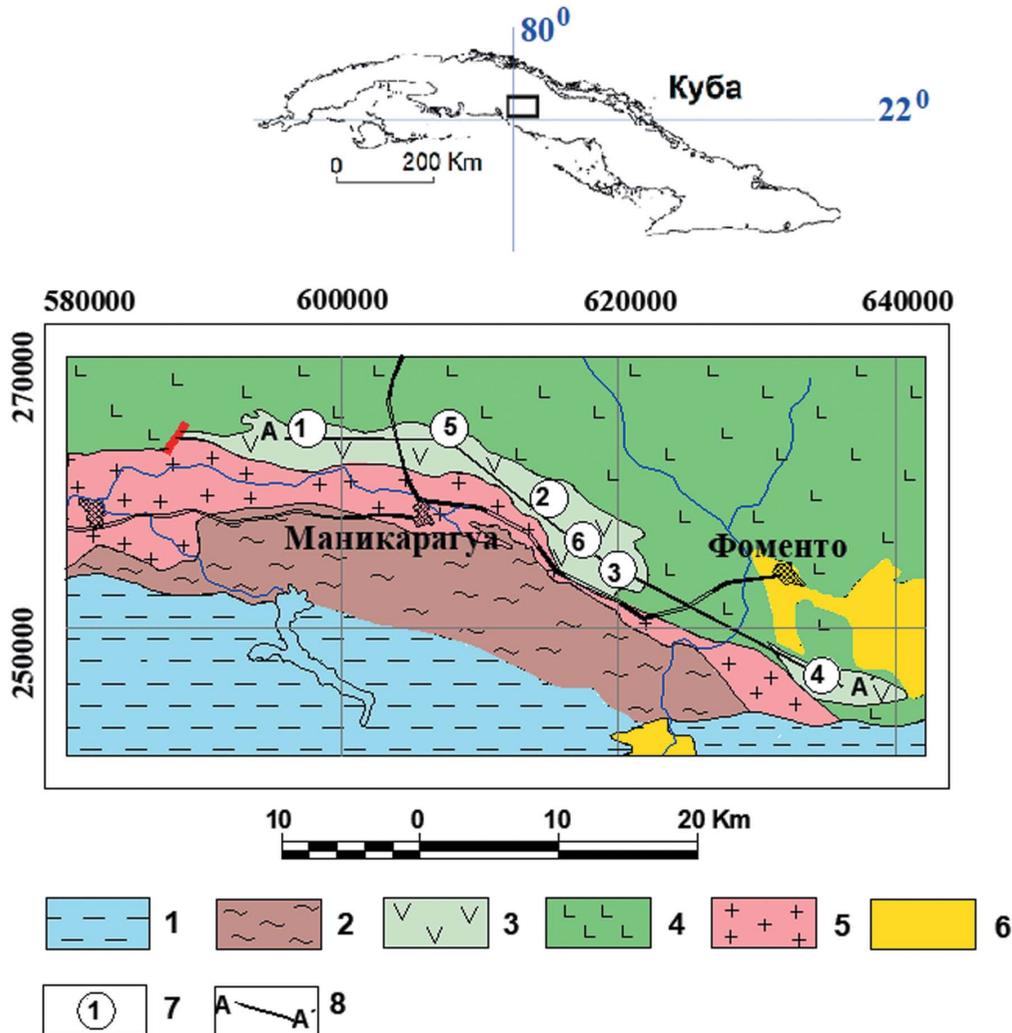
Вулканогенно-осадочные сульфидные руды (VMS) включают минерализацию меди, цинка, золота и серебра. Месторождения формировались в разные геологические эпохи [2, 5]. Одна из них реализована в меловых отложениях Кубы, где место-

рождения различаются по минеральному и элементному составу, строению руд, вмещающим породам и особенностям синрудного вулканизма [3, 9].

Породы вулканической дуги площадью около 2200 км<sup>2</sup> с возрастом от раннего (неокома)

до позднего мела (кампан) занимают большую часть Центральной Кубы (рис. 1). Имеющиеся данные позволяют выделить два вулканоплутонических комплекса, сформированных в соответствующие

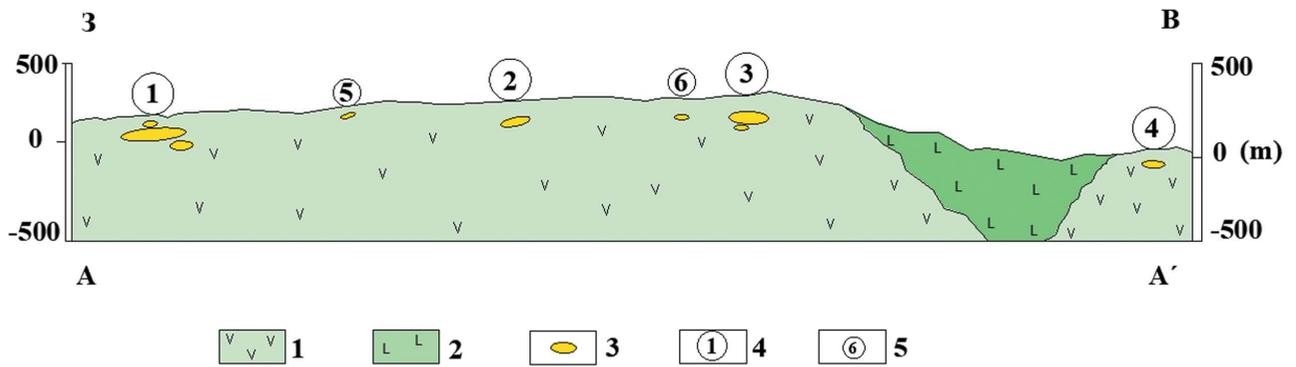
этапы, разделенные перерывом предположительно между коньякским и сантонским веками (рис. 2, 3). Нижний комплекс характеризуется толеитовыми бимодальными вулканитами, сформировавшимися



**Рис. 1.** Геологическая карта Центральной Кубы. Расположение месторождений Центральной Кубы [9, с изменениями]: 1 — комплекс метаморфических пород Эскамбрай (хлоритовые сланцы, сланец голубой и лавсонит; J1-K); 2 — энсиматический метаморфизованный комплекс Мабухина (преимущественно амфиболиты и кристаллические сланцы; J1-K); 3 — нижняя подсвита Лос-Пасос (с туфо-брекчия и лапиллиевые туфы риолитов, в верхней части кремнистая порода, туфы андезидацитов, риолитодациты; K1); 4 — верхняя подсвита Лос-Пасос (базальты, туфы, туффиты, лавобрекчии, агломераты, андезиты, дациты, конгломераты, песчаники и известняки; K1—K2); 5 — интрузии гранитов Маникарагуа (γK2); 6 — осадочный чехол Багамской платформы (N-Q); 7 — месторождения: 1 — Сан-Фернандо; 2 — Индэпэндэнсия; 3 — Антонио; 4 — Лос-Серрос; рудопроявления: 5 — Эль-Соль; 6 — Бока-дель-Торо; 8 — линия разреза

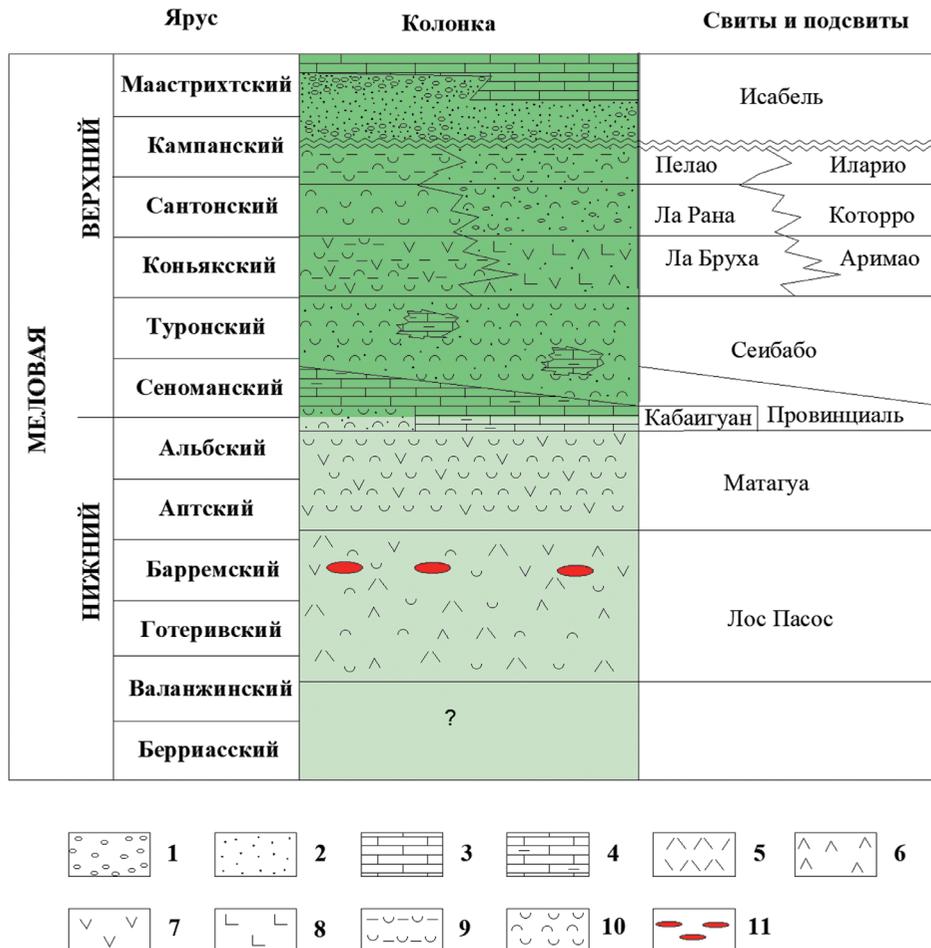
**Fig. 1.** Geological map of Central Cuba. Location of deposits in Central Cuba [9, with changes]: 1 — complex of metamorphic rocks Escambray (chlorite shale, blue shale and lavsonite; J1-K); 2 — the ensimatic metamorphosed complex of Mabukhin (mainly amphibolites and crystalline schists; J1-K); 3 — lower subformation of Los Pasos (with tuff-breccias and lapillian rhyolite tuffs, siliceous rock in the upper part, andesidacite tuffs, rhyolitodacites; K1); 4 — upper subformation of Los Pasos (basalts, tuffs, tuffites, lava breccias, agglomerates, andesites, dacites, conglomerates, sandstones and limestones; K1 — K2); 5 — intrusions of granites of Manicaragua (γK2); 6 — sedimentary cover of the Bahamas platform (N-Q); 7 — deposits: 1 — San Fernando; 2 — Independance; 3 — Antonio; 4 — Los Cerros; ore occurrences: 5 — El Salt; 6 — Boca del Toro; 8 — cut line

ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ /  
GEOLOGY AND PROSPECTING FOR SOLID MINERAL DEPOSITS



**Рис. 2.** Схематический разрез по линии А—А' и размещение колчеданных месторождений Центральной Кубы. 1 — нижняя подсвита Лос-Пасос (K1); 2 — верхняя подсвита Лос-Пасос (K1—K2); 3 — рудоносные зоны; 4 — месторождения: ① — Сан-Фернандо; ② — Индэпэндэнсиа; ③ — Антонио; ④ — Лос-Серрос; 5 — рудопроявления: ⑤ — Бока-дель-Торо; ⑥ — Эль-Соль

**Fig. 2.** Schematic section along the A—A' line and placement of pyrite deposits in Central Cuba. 1 — lower subformation of Los Pasos (K1); 2 — upper subformation of Los Pasos (K1—K2); 3 — ore-bearing zones; 4 — deposits: ① — San Fernando; ② — Independencia; ③ — Antonio; ④ — Los Cerros; 5 — ore occurrences: ⑤ — Boca del Toro; ⑥ — El Sol



**Рис. 3.** Схематическая стратиграфическая колонка Центральной Кубы [7, с изменениями]: 1 — конгломераты, 2 — песчаники, 3 — известняки, 4 — мергели, 5 — риолиты, 6 — дациты, 7 — андезиты, 8 — базальты, 9 — туфы, 10 — туффиты, 11 — рудоносные зоны

**Fig. 3.** Schematic stratigraphic column of Central Cuba [7, as amended]: 1 — conglomerates, 2 — sandstones, 3 — limestones, 4 — marls, 5 — rhyolites, 6 — dacites, 7 — andesites, 8 — basalts, 9 — tuffs, 10 — tuffites, 11 — ore-bearing zones

в раннюю стадию примитивной островной дуги. Помимо вулканитов, в нем полно представлена плутоническая ассоциация в виде гранитов (гранодиорит — гранит) Маникарагуа. Верхний комплекс сложен породами свит Ла Вруха, Аримао, Ла Рана, Которро, Пелао и Иларио (базальты, туфы, туффиты, лавобрекчии, агломераты, андезиты, дациты, конгломераты, песчаники и известняки).

Он включают интрузии гранитов с золото-медно-порфиоровыми объектами.

Оруденение рассматриваемых объектов представлено колчеданными рудами. Месторождения расположены: Сан-Фернандо в западной части рудного района в провинции Вилья-Клара, Антонио — на востоке в провинции Вилья-Клара, Лос-Серрос находится восточнее в провинции Санти-Спиритус, Индэпэндэнсиа — в 7 км к западу от месторождения Антонио. Месторождения имеют черты сходства и отличия, что важно для их геолого-экономической оценки, прогноза колчеданного и сопутствующего оруденения.

#### Фактический материал и методы исследования

В основу положены материалы геолого-разведочных работ по районам месторождений Сан-Фернандо, Антонио, Индэпэндэнсиа и Лос-Серрос, в которых авторы принимали участие, осуществляя полевые и лабораторные исследования. Отбор проб проводился из рудных тел, околорудных метасоматитов и вмещающих пород, в основном из керна разведочных скважин и естественных обнажений, изученных во время полевых маршрутов, проводимых с целью определения геологических аспектов и связей с минерализацией.

Количество образцов, использованных для исследований, на месторождениях Сан-Фернандо, Антонио, Индэпэндэнсиа и Лос-Серрос, показано в таблице 1.

Анализы выполнены методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICPMS). Подготовка проб и большая часть химических анализов проведены в Центральной лаборатории Хосе И. дель Коррала на Кубе.

Геохимические связи рудных компонентов установлены методом многомерного статистического корреляционного анализа в программном пакете «Statistica» (рис. 4, табл. 1, 2).

По рудопроявлениям Бока-дель-Торо и Эль-Соль использованы материалы геологических отчетов из архивов Национального управления минеральных ресурсов Кубы.

#### Основные черты геологического строения района Центральной Кубы

Вулканогенный комплекс нижнего мела распространён в южных провинциях Сьенфуэгос, Вилья-Клара и Санти-Спиритус в центральной зоне Кубы (рис. 1, 2). Он объединён в свиту Лос-Пасос и отнесен к готеривскому ярусу [7].

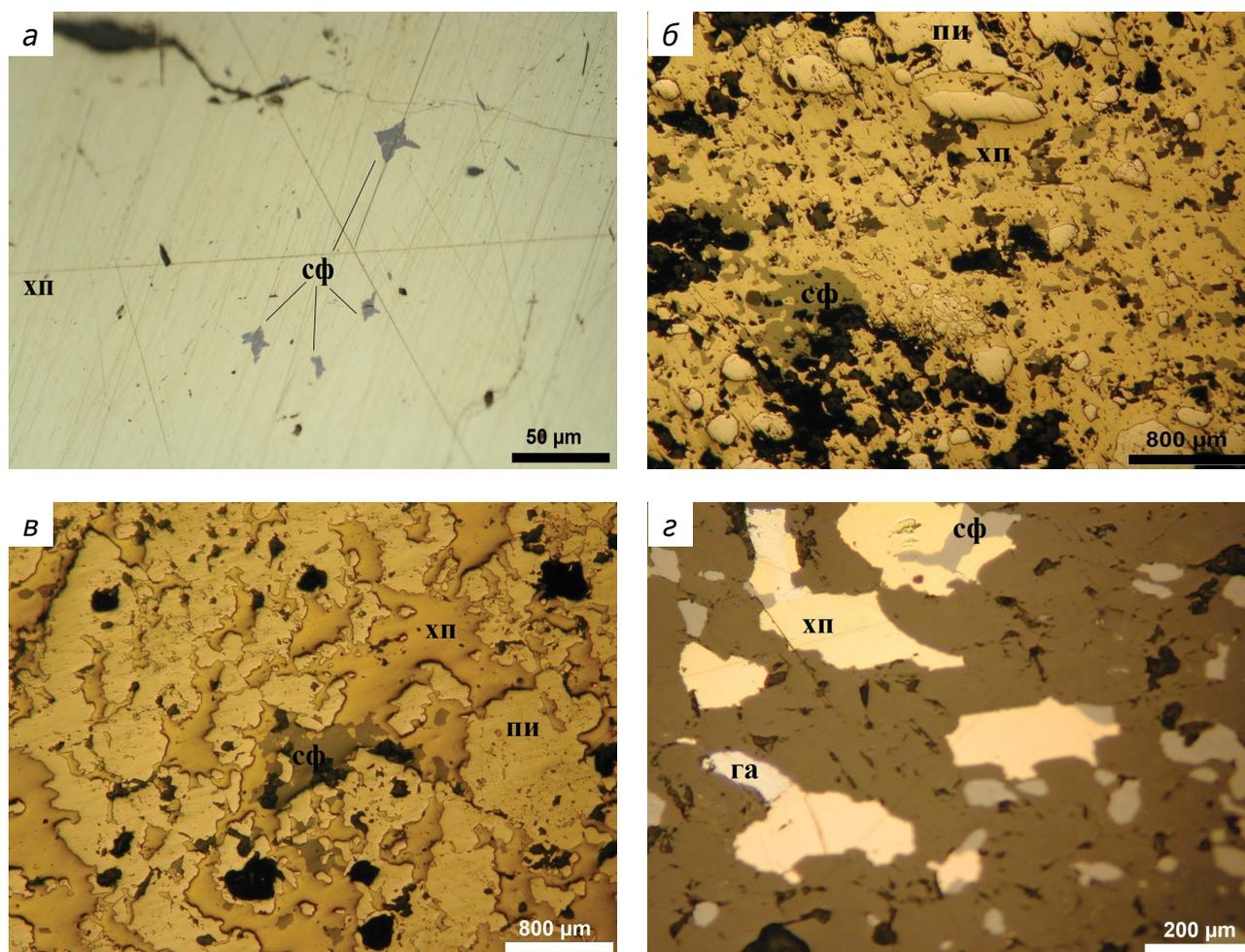
Район основных выходов свиты Лос-Пасос, около 100 км<sup>2</sup>, занимает субширотную дугу протяженностью 35—40 км и шириной 4—6 км. (рис. 1). Ее условный центр расположен примерно в 5 км к северу от города Маникарагуа в провинции Вилья-Клара.

Свита Лос-Пасос представлена бимодальным вулканическим комплексом в основном подводного типа с геохимическими характеристиками, аналогичными толеитам островных дуг или образованиям примитивных островных систем, включающих более кислые разности (риолиты, дациты) или промежуточные между более кислыми и основными породами [7].

Свита Лос-Пасос перекрыта породами свиты Матагуа (рис. 3). Прямой контакт между ними не наблюдается, но отмечены элементы согласного залегания. Большинство авторов считают,

**Таблица 1.** Основные характеристики минерального состава руд колчеданных месторождения Центральной Кубы  
**Table 1.** Main characteristics of the mineral composition of the pyrite ores of the Central Cuban deposit

| № | Месторождения | Рудные минералы   | Жильные минералы          | Фактическая основа  |
|---|---------------|---|---------------------------|---|
| 1 | Сан-Фернандо  | Пирит<br>Сфалерит   | Кварц, серицит,<br>хлорит | 65 скважин, 146 аншлифов, элементный состав 50 проб                             |
| 2 | Антонио       | Халькопирит<br>Галенит (PbS)  |                           | Две скважины и три образца из обнажения (7 аншлифов), элементный состав 33 проб |
| 3 | Индэпэндэнсиа | Тетраэдрит<br>(Sb <sub>4</sub> Cu <sub>12</sub> S <sub>13</sub> ) Пирротит<br>(Fe <sub>n</sub> S <sub>n+1</sub> ) |                           | Две скважины и 5 образцов из обнажения (9 аншлифов), элементный состав 7 проб   |
| 4 | Лос-Серрос    | Электрум (Au, Ag)<br>Гессит (Ag <sub>2</sub> Te)  |                           | Три скважины, 7 образцов с поверхности (10 аншлифов), элементный состав 7 проб  |



**Рис. 4.** Характеристики колчеданных руд Центральной Кубы: а — месторождение Сан-Фернандо: сфалеритовые звездочки в халькопирите; б — месторождение Индэпэндэнсия: типичная структура сульфидных руд, состоящих из сфалерита, халькопирита и пирита; в — месторождение Антонио: халькопирит цементирует пирит (колломорфная текстура); г — месторождение Лос-Серрос: в рудах, имеющих вкрапленную структуру, сфалерит цементирует халькопирит и галенит; пи — пирит, хп — халькопирит, сф — сфалерит, га — галенит  
**Fig. 4.** Characteristics of pyrite ores of Central Cuba. а — San Fernando deposit: sphalerite stars in chalcopyrite; б — Independencia deposit: typical structure of sulfide ores consisting of sphalerite, chalcopyrite and pyrite; в — Antonio deposit: chalcopyrite cements pyrite (collomorphic texture); г — Los Cerros deposit: in disseminated ores, sphalerite cements chalcopyrite and galena; пи — pyrite, хп — chalcopyrite, сф — sphalerite, га — galena

**Таблица 2.** Средние значения содержания компонентов месторождения Центральной Кубы [4]  
**Table 2.** Average values of the content of the components of the deposit in Central Cuba [4]

| № | Название               | Основные и попутные компоненты | Средние значения содержания |        |          |          | Cu/Zn | Au/Ag |
|---|------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------|----------|----------|-------|-------|
|   |                        |                                | Cu (%)                      | Zn (%) | Ag (г/т) | Au (г/т) |       |       |
| 1 | Сан-Фернандо (50 проб) | Cu, Zn (Pb, Ag, Au)            | 2,3                         | 3,4    | 20,0     | 9,1      | 0,67  | 0,46  |
| 2 | Индэпэндэнсия (7 проб) | Cu, Zn (Au, Ag)                | 3,5                         | 7,0    | 1,7      | 3,0      | 0,5   | 1,76  |
| 3 | Антонио (33 проб)      | Cu, Zn (Au, Ag)                | 1,64                        | 3,89   | 18,0     | 0,3      | 0,42  | 0,02  |
| 4 | Лос-Серрос (7 проб)    | Cu, Zn (Au, Ag)                | 3,0                         | 11,0   | 45,5     | 4,17     | 0,27  | 0,09  |

что свита Матагуа имеет постепенный переход с породами свиты Лос-Пасос [7].

Свита Матагуа представлена лавами, лавобрекчиями и туфами андезитов, андезит-базальтов и базальтов, а также туффитами, известняками, песчаниками и алевролитами. Палеонтологических остатков в породах свиты не обнаружено. Вулканитам условно присвоен возраст нижнего мела. Они перекрыты известняками свиты Провинциаль, датированными биостратиграфически как альб-сеноман [7] (рис. 3).

Во многих обнажениях отмечено, что породы свиты Лос-Пасос метасоматически изменены. Обычно это новообразования аморфного кремнезема мелкозернистого кварца с примесью эпидота, хлорита, гематита, серицита и каолинита.

В метасоматитах локализованы месторождения и рудопроявления колчеданных руд. Они в основном сосредоточены в районе Лос-Пасос. Рудные объекты относятся к месторождениям типа Куроко (рис. 1, 2) [3, 7].

#### Характеристики колчеданных месторождений

Месторождения имеют разную степень изученности, что обусловлено их разным экономическим значением. Сан-Фернандо и Антонио наиболее изучены (табл. 1) [8].

Рудные тела месторождения Сан-Фернандо имеют чечевицеобразную форму и сложены сульфидными рудами с массивными вкрапленными и прожилковыми текстурами [9]. Широко распространены пирит, сфалерит, халькопирит, галенит, тетраэдрит, теннантит, борнит, марказит и арсенопирит. Присутствует самородное золото, электрум, аргентит и гессит. Благороднометалльная минерализация наблюдается в виде прожилков и вкрапленности в основном в халькопирите и сосредоточена в так называемой прожилковой зоне.

Пирит является наиболее распространенным сульфидом. Его структура изменяется в зависимости от степени перекристаллизации. Первичные структуры не сохранились. Он слагает концентрические, катакластические и зонально-зернистые агрегаты.

Сфалерит проявлен выделениями, заполняющими интерстиции в пирите, а также в виде эмульсии в халькопирите (рис. 3а).

На месторождении преобладают цинково-медные руды. Они локализованы на верхнем уровне. Минимальное содержание цинка составляет 0,7%, достигая значения 41,20%, содержание меди колеблется от 0,5 до 13,50%.

Жильные минералы представлены кварцем, серицитом и хлоритом. Наиболее часто встре-

чаются структуры руд: порфировая, гипидиоморфнозернистая, аллотриоморфнозернистая, коррозионная и замещения. В западном направлении густо вкраплены и пятнистые текстуры руд сменяются редковкрапленными.

Собственно, медные руды локализованы в андезит-дацитовых порфирах. Минимальное содержание меди составляет 3%, достигая 14,4%. Характерными минералами являются халькопирит и пирит, реже тетраэдрит и сфалерит. Жильные минералы также представлены кварцем, серицитом и хлоритом. Характерными текстурами являются массивные, густо вкрапленные и пятнистые. Структуры аллотриоморфнозернистая, коррозионная и цементная.

Пиритовые руды сосредоточены в нижних горизонтах месторождения. Пирит является компонентом руд с содержаниями от 2 до 80%, реже встречается марказит, сфалерит, халькопирит, тетраэдрит и галенит. Содержания Zn и Cu низкие (Zn < 0,5% и Cu 0,5%). Преобладающими текстурами руд являются вкрапленная и прожилковая. Структуры бывают идиоморфнозернистые и аллотриоморфнозернистые.

Месторождение *Индэпэндэнсуа (Independencia)* имеет протяженность 1 км. Оно локализовано на контакте интенсивно силицитизированных, лимонитизированных и серицитизированных риолит-порфиров со слабо измененными риолитовыми лавобрекчиями. Рудная минерализация представлена вкраплениями халькопирита, сфалерита и пирита (рис. 3б) в интенсивно окремненных и рыхлых породах. Содержание полезных компонентов показано в таблице 1. Единичные скважины пересекли рудную зону мощностью 3 м на глубине 97 м со значительным содержанием Cu — 3,5%, Zn — 7%, серебра — 166 г/т и золота — 3г/т.

Месторождение *Антонио (Antonio)* имеет протяженность 350 м по простиранию, 250 м по падению и средней мощностью 11 м, состоит из двух рудных тел. Первое сложено массивным пиритом, второе включает участки, обогащенные халькопиритом и сфалеритом, с меньшим количеством теннантита, галенита и небольшими включениями электрума, гессита, кварца, карбоната и барита [3].

Выделяются две стадии отложения сульфидов; ранняя, когда кристаллизовался мелкозернистый пирит, и поздняя метасоматическая, во время которой отлагалась ассоциация пирит — халькопирит — сфалерит.

Отличительной особенностью этого месторождения является то, что в нем наблюдается присутствие колломорфного пирита (рис. 3в).

## ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR SOLID MINERAL DEPOSITS

На месторождении Антонио установлена вертикальность зональности оруденения. На нижнем уровне преобладают серно-колчеданные руды с содержаниями Zn <0,5% и Cu <0,3%. Выше залегают медно-цинковые колчеданные руды с содержанием Cu 1—12% и Zn от 1% до более чем 10%. На самом верхнем уровне расположены существенно медные руды с содержанием Cu 0,3—2% и Zn <0,5%. Мощность зон составляет примерно первый десятки метров. Границы зон постепенные.

Оруденение месторождения Лос-Серрос (*Los Cerros*) главным образом связано с силицификацией вулканических пород. Месторождение состоит из двух массивных сульфидных залежей мощностью 1—3 м, длиной 100 м по простиранию и 80 м по падению. Для месторождения характерен галенит и вкрапленные структуры руд (рис. 3г).

На месторождении распространены покровы и силлы кислых и основных пород. Центральная зона представлена покровами базальтов и лавобрекчий. Породы гидротермально изменены и представлены серицитовыми, пиритовыми, гематитовыми и баритовыми метасоматитами. Наибольшая рудоносность намечается для вкрапленных руд, в зоне которых пройдена шахта Лос-Серрос. Оруденение имеет местное значение.

Рудопроявление Эль-Соль (*El Sol*) мало изучено, хотя известно, что в 1927 году американская компания вела здесь добычу меди. Территория охватывает 3,2 км<sup>2</sup>. В 1997 г. геолого-разведочные работы провела канадская компания «Holmer Gold Mines Limited». Были пробурены три скважины и получены рудные содержания меди (0,74%), цинка (10%) и серебра (0,3 г/т).

На рудопроявлении Бока-дель-Торо (*Boca del Toro*) описаны покровы базальтов и андезитодацитов и дайки кислого и основного состава [6]. В центре участка отмечена интрузия гранодиорит-

порфиров. Выделена зона метасоматитов, которая пересекает весь участок с общим направлением север-северо-запад. Отмечены малахит, азурит и барит. Максимальные содержания меди (0,8%), цинка (1,05%) и золота (0,6 г/т).

Приведенные данные показывают, что колчеданные руды рассмотренных объектов имеют сходный минеральный состав и текстуры. Отдельно стоит отметить кристаллические зернистые пиритовые руды месторождения Сан-Фернандо и колломорфные — Антонио.

Также есть существенные различия в сравниваемых объектах по содержанию основных и попутных компонентов Cu, Zn, Au и Ag. Для рудопроявлений характерны низкие содержания благородных металлов, составляющие до 1 г/т Ag и Au и бедные руды Cu и Zn. Для месторождения Антонио и Индэпэндэнсиа характерны средние содержания серебра и низкие концентрации золота.

Необходимо отметить заметные колебания Au/Ag для разных объектов (табл. 2). Закономерно, что для Сан-Фернандо и Индэпэндэнсиа Au/Ag близкие и относительно высокие, а для Антонио и Лос-Серрос на порядок меньше.

Для сравнения проведен корреляционный анализ (рис. 5), на рисунке показана корреляционная матрица медь-цинк-свинец-золото-серебро.

Несмотря на небольшое число определений по Индэпэндэнсиа и Лос-Серрос, можно отметить некоторые геохимические закономерности. На месторождениях Сан-Фернандо, Антонио и Лос-Серрос установлена высокая положительная корреляция Pb и Zn (Кк 0,7), а для Сан-Фернандо, Индэпэндэнсиа и Антонио также высокая положительная связь Zn и Au (Кк 0,7) (табл. 3). Руды Индэпэндэнсиа отличаются практически отсутствием и даже обратными связями Zn и Pb с Au. Для других объектов имеется положительная связь Zn с Au.

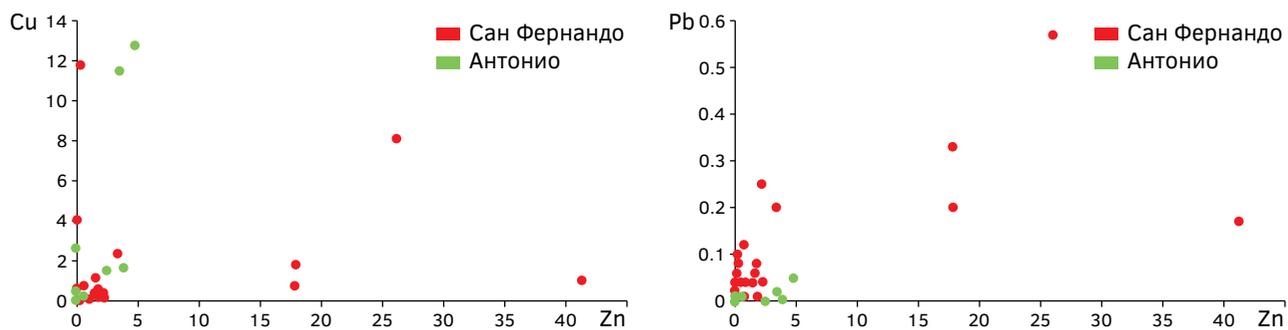


Рис. 5. Соотношение содержаний меди, цинка и свинца в колчеданных рудах Центральной Кубы  
Fig. 5. Ratio of copper, zinc and lead contents in pyrite ores of Central Cuba

**Таблица 3.** Матрица коэффициентов корреляции элементов колчеданных месторождений центральной Кубы  
**Table 3.** Matrix of correlation coefficients of elements of pyrite deposits of Central Cuba

|                          |    |          |          |          |          |    |
|--------------------------|----|----------|----------|----------|----------|----|
| Сан-Фернандо,<br>50 проб |    | Pb       | Zn       | Cu       | Ag       | Au |
|                          | Pb | 1        |          |          |          |    |
|                          | Zn | 0,692016 | 1        |          |          |    |
|                          | Cu | 0,428602 | 0,288814 | 1        |          |    |
|                          | Ag | 0,513944 | 0,843473 | 0,267543 | 1        |    |
| Индэпэндэнсиа,<br>7 проб |    | Pb       | Zn       | Cu       | Ag       | Au |
|                          | Pb | 1        |          |          |          |    |
|                          | Zn | 0,039778 | 1        |          |          |    |
|                          | Cu | 0,11675  | 0,974667 | 1        |          |    |
|                          | Ag | -0,38375 | 0,678194 | 0,544542 | 1        |    |
| Антонио,<br>33 пробы     |    | Pb       | Zn       | Cu       | Ag       | Au |
|                          | Pb | 1        |          |          |          |    |
|                          | Zn | 0,713083 | 1        |          |          |    |
|                          | Cu | 0,869041 | 0,826591 | 1        |          |    |
|                          | Ag | 0,525783 | 0,822877 | 0,689824 | 1        |    |
| Лос-Серрос,<br>7 проб    |    | Pb       | Zn       | Cu       | Ag       | Au |
|                          | Pb | 1        |          |          |          |    |
|                          | Zn | 0,919979 | 1        |          |          |    |
|                          | Cu | 0,573926 | 0,783371 | 1        |          |    |
|                          | Ag | 0,345228 | 0,03119  | -0,01402 | 1        |    |
|                          | Au | 0,843107 | 0,605421 | 0,327217 | 0,772606 | 1  |

Относительно высокое Au/Ag отношение и отсутствие корреляции Au с Zn на месторождениях Сан-Фернандо и Антонио, возможно, указывают на перераспределение и концентрацию благородных металлов после формирования колчеданных руд. В какой-то мере Au и Ag минерализация напоминает месторождения Венесуэлы [1].

В целом распределение свинца, цинка, меди, золота, серебра в районе Центральной Кубы отражает широтную металлогеническую зональность. С запада на восток имеет место замещение цинково-медных колчеданных месторождений на медно-свинцово-цинковые. Присутствие барита на востоке, существенно разные Au/Ag отношения в рудах Сан-Фернандо, Индэпэндэнсиа (западная и центральная части района), Антонио и Лос-Серрос (восточный фланг) указывают на разный эрозионный срез блоков района. Отсутствие связей благородных металлов и халькофильных металлов в Сан-Фернандо, Антонио и Лос-Серрос, приуроченность золотой минера-

лизации к тектоническим зонам в Сан-Фернандо, присутствие на этом объекте жильных и штокверковых меднорудных тел явно указывают на присутствие самостоятельных золоторудных объектов. Следовательно, в районе можно предполагать наличие скрытого благороднометалльного оруденения.

### Выводы

1. Намечена широтная зональность колчеданного и благородного металльного оруденения рудного района Центральной Кубы. На западе преобладают медно-колчеданные месторождения с сопутствующими золоторудными объектами. На востоке распространены медно-цинковые колчеданные месторождения с баритом и золото-серебряными объектами.

2. Необходимо предполагать соответствующий различный эрозионный срез блоков меловой вулканической дуги Центральной Кубы. На западе он больше, на востоке меньше.

## ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR SOLID MINERAL DEPOSITS

3. На основании прожилковых руд золота, приуроченности их к тектоническим зонам и отсутствия корреляции между благородными и халькофильными металлами на месторождении Сан-Фернандо, а также существенно разными золото-серебряными отношениями в рассмотренных рудных объектах, можно предположить, что часть золото-сере-

бряных руд формировалась после колчеданных. Отмечается отношение Au/Ag для руд типа high sulfidation (высокосульфидные руды) сходных рудных районов Венесуэлы и Курильской островной дуги [1]. В этой связи можно ожидать скрытые месторождения золота на западе и золото-серебряные на востоке исследованного района.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Акимов Г.Ю.* Метасоматические кварциты золото-рудных полей и их рудоносность // Геологический вестник. Электронный журнал компании «Полиметалл». 2018. № 4. С. 30—36.
2. *Волчков А.Г.* Палеовулканизм Баймакского района и структурная позиция и золото-колчеданных месторождений (Юж. Урал): автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. М., 1975. 25 с.
3. *Гальардо Эупьерье Э., Родригес Г. и др.* Геологическое обобщение и металлогенический прогноз свита Лос-Пасос. Итоговый отчет (не опубликовано). Национальное управление минеральных ресурсов. 2002. 81 с.
4. *Де ла Нуэс Колон Д.* Вертикальная минеральная зональность колчеданного месторождения Сан-Фернандо (Куба) // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2020. № 63 (1). С. 30—38. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-1-30-38>
5. *Дергачев А.Л.* Эволюция вулканогенного колчеданообразования в истории Земли: автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. М., 2010. 58 с.
6. *Дэльгадо С. и др.* Медный предварительный обзорный отчет Антонио — Индэпэндэнсиа (не опубликовано). Национальное управление минеральных ресурсов. Куба. 1991. 81 с.
7. *Зелепугин В.Н., Диас де Бийальбийя Л.* Петрология вулканических пород в центре Кубы. 1982. 125 с.
8. *Итурральде-Бинэнт М. (редактор).* Сборник геологии Кубы и Карибского бассейна. 2-е изд. DVD-ROM. Редакция CITMATEL, Гавана, Куба. 2012.
9. *Лаверов Н.П., Бугельский Ю.Ю., Васкес О., Григорьев И.И. и др.* Рудные месторождения Кубы. М.: Наука, 1985. 245 с.
10. *Пушчаровский Ю. и др. (ред.).* Геологическая карта Республики Куба Масштаб 1: 250 000, Академия наук Кубы, СССР и др. 1988, 42 листа.

### REFERENCES

1. Akimov G.Yu. Metasomatic quartzites of gold ore fields and their ore content // Geological Bulletin. The electronic journal of the company "Polymetal". 2018. No 4 (December). P. 30—36 (In Russian).
2. Volchkov A.G. Paleovolcanism of the Baymak region and the structural position, and gold-pyrite deposits. (South Ural):. Dr. of Geological and Mineralogical Sciences. Moscow, 1975. 25 p. (In Russian).
3. Gallardo Eupierre E., Rodriguez G.I., et al. Geological generalization and metallogenic forecast is the Los Pocos retinue. Final report. Unpublished. National Mineral Resources Office (ONRM). 2002. P. 21.
4. De La Nuez Colón D. Vertical mineral zonation of the San Fernando volcanogenic massive sulphide deposit. Cuba. Proceeding of higher educational establishments. Geology and Exploration. 2020. No 63 (1). P. 30—38. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-1-30-38>
5. Dergachev A.L. The evolution of volcanogenic pyrite formation in the history of the Earth: Dr. of Geological and Mineralogical Sciences. Moscow, 2010. 58 p. (In Russian).
6. Delgado S., et al. Copper preliminary review report Antonio — Independencia. National Mineral Resources Office (ONRM). Cuba. 1991. 81 p.
7. Zelepuguin V.N., Díaz de Villalvilla L. Petrology of volcanic rocks in the center of Cuba. Unpublished. National Mineral Resources Office (ONRM). 1982. Report. 125 p. (In Russian).
8. Iturralde-Vinent M. (editor). Compendium of Geology of Cuba and the Caribbean. Second edition. DVD-ROM. Editorial CITMATEL, Havana, Cuba. 2012.
9. Laverov N.P., Byguelsky Y.Y., Vazquez O., Grigorieva I.I., et al. Ore deposits of Cuba. Moscow: Nauka, 1985. 245 p. (In Russian).
10. Pushcharovsky Yu. Et al. (Ed.). Geological map of the Republic of Cuba Scale 1: 250,000, Academy of Sciences of Cuba, USSR, etc. 1988, 42 sheets (In Russian).

## ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Де ла Нуэс Колон Д. — внесла основной вклад в разработку концепции статьи, подготовила текст статьи, окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Санта Крус Пачэко М. — подготовила текст статьи, окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Deisy De la Nuez Colon — developed the article concept, prepared the text, approved the final version of the article and accepted the responsibility for all aspects of the work.

Maria Santa Cruz Pacheco — prepared the text, approved the final version of the article and accepted the responsibility for all aspects of the work.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Де ла Нуэс Колон Дэйси\*** — стажер кафедры геологии месторождений полезных ископаемых ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе». Исследователь Геологического института Кубы. 23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия 1002 е, ш. Бланка. ст. Центральная, Сан-Мигель-дель-Падрон, Гавана. Куба  
e-mail: [deisydelanuez2015@gmail.com](mailto:deisydelanuez2015@gmail.com)  
тел.: 8 (985) 647-63-68  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7003-2556>

**Санта Крус Пачэко Мария** — исследователь Геологического института Кубы. 1002 е, ш. Бланка. ст. Центральная, Сан-Мигель-дель-Падрон, Гавана. Куба  
e-mail: [cubaigp@gmail.com](mailto:cubaigp@gmail.com)

**Deisy De la Nuez Colon\*** — trainee of Department of Mineral Deposits, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting (MGRI), Researcher of Institute of Geology and Paleontology. (IGP). Cuba geological service. 23 Mikluho-Maklay St., Moscow 117997, Russia Via Blanca and Railroad Line. San Miguel del Padrón. Havana. Cuba  
e-mail: [deisydelanuez2015@gmail.com](mailto:deisydelanuez2015@gmail.com)  
tel.: 8 (985) 647-63-68  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7003-2556>

**Maria Santa Cruz Pacheco Sarlabous** — Researcher of Institute of Geology and Paleontology (IGP). Cuba geological service. Vía Blanca No. 1002 e/ Línea del Ferrocarril y Ctra. Central, San Miguel del Padrón, La Habana. Cuba  
e-mail: [cubaigp@gmail.com](mailto:cubaigp@gmail.com)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



## ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ В ЮЖНО-ТОРГАЙСКОМ БАСЕЙНЕ

А.С. КАУКЕНОВА

*НАО «Карагандинский технический университет»  
56, пр. Нурсултана Назарбаева, г. Караганда 100027, Республика Казахстан*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Южно-Торгайский бассейн характеризуется наиболее высокой степенью изученности геолого-геофизическими методами. На сегодня обнаружение крупных залежей нефти и газа в структурных ловушках представляется невозможным. Наблюдается тенденция к истощению запасов длительно разрабатываемых месторождений, и важным источником прироста запасов углеводородов становится поиск и разведка неантиклинальных ловушек.

**Цель** данного исследования заключается в выявлении прогнозных зон развития коллекторов и ловушек неантиклинального типа.

**Материалы и методы.** На основе трех главных критериев прогнозирования зон развития неантиклинальных ловушек (стратиграфический, лито-фациальный и структурно-тектонический) в данной работе приводятся прогнозные зоны развития неантиклинальных ловушек с нефтегазовым потенциалом с учетом фациальной диагностики отложений.

**Результаты.** Преимущественное развитие на территории прогиба имеют ловушки регионального выклинивания, а также возможные ловушки эрозивно-аккумулятивной и аккумулятивной подгрупп. Ловушки подгруппы регионального выклинивания распространены наиболее широко в Арыскупской и Бозингенской грабен-синклиналях. Ловушки аккумулятивной подгруппы прогнозируются в Бозингенской и Акшабулакской грабен-синклиналях преимущественно.

**Заключение.** Результаты данной работы показывают, что Южно-Торгайский бассейн обладает хорошим потенциалом нефтегазоносности в неантиклинальных ловушках. Особый интерес представляют литологические коллекторы с мощными и распространенными толщами аргиллитов, приуроченные к юрским отложениям.

**Ключевые слова:** неантиклинальные ловушки, Южно-Торгайский бассейн, перспективные отложения, Арыскупский прогиб, рифтовый бассейн

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Каукунова А.С. Перспективы нефтегазоносности в Южно-Торгайском бассейне. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка.* 2020;63(3):38—45.  
<https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-38-45>

*Статья поступила в редакцию 11.05.2020*

*Принята к публикации 21.10.2020*

*Опубликована 09.11.2020*

## OIL AND GAS POTENTIAL OF THE SOUTH TURGAY BASIN

ASSEM S. KAUKENOVA

*Karaganda Technical University  
56, Nursultan Nazarbayev ave., Karaganda 100027, The Republic of Kazakhstan*

**ABSTRACT**

**Background.** The South Turgay basin has been extensively studied using geological and geophysical methods. To date, the discovery of large oil and gas deposits in its structural traps seems impossible. The deposits, which have been under development for a long time, demonstrate the trend towards depletion. Therefore, a search and exploration of non-anticlinal traps is becoming an important source of hydrocarbon reserves.

**Aim.** To identify zones of non-anticlinal reservoirs and traps.

**Materials and methods.** On the basis of three main criteria for predicting the development of non-anticlinal traps (stratigraphic, lithofacies and structural-tectonic), this paper presents the forecast zones for the development of non-anticlinal traps with oil and gas potential, taking into account the facies diagnostics of the deposits.

**Results.** The traps of regional pinching-out, as well as possible traps of erosion-accumulative and accumulative subgroups, are predominantly developed in the trough. The traps of the regional pinch-out subgroup are most widespread in the Arysium and Bosingen graben synclines. The traps of the accumulative subgroup are predicted mainly in the Bosingen and Akshabulak graben synclines.

**Conclusions.** According to the obtained results, the South Turgay Basin possesses a significant oil and gas potential in non-anticlinal traps. Lithological reservoirs with thick and widespread mudstones confined to the Jurassic deposits are of particular interest.

**Keywords:** non-anticline traps, South Turgay basin, prospective deposits, Arysium trough, rift basin

**Conflict of interest:** the author declares no conflict of interest.

**Financial disclosure:** no financial support was provided for this study.

**For citation:** Kaukenova A.S. Oil and gas potential of the south Turgay basin. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2020;63(3):38–45. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-38-45>

*Manuscript received 21 October 2020*

*Accepted 28 August 2020*

*Published 09 November 2020*

В ситуации истощения запасов залежей нефтегазовых месторождений нефтедобывающие организации решают более сложные задачи, такие как повышение эффективности и производительности за счет увеличения нефтеотдачи (поддержание пластового давления), рентабельная геологоразведочная работа и поиск новых труднодоступных залежей в более осложненных условиях. Как показывает мировая практика, при истощении структурных залежей переходят к поиску и разведке неантиклинальных ловушек.

Подобная картина наблюдается и в Южно-Тургайском бассейне, месторождения которого истощаются, что приводит к поиску новых залежей. Геологоразведочные работы в данном регионе проводятся начиная с 1960-х годов, и бассейн характеризуется наиболее высокой степенью изученности геолого-геофизическими методами [5]. Поэтому представляется сложным находить все новые крупномасштабные структурные нефтегазовые пласты. По этой причине на сегодняшний день ведутся исследовательские работы по поиску

и разведке перспективных нефтегазовых залежей в неструктурных ловушках [2, 9, 10]. По данным накопленного геолого-геофизического материала перспективными на нефть и газ являются отложения юры, нижнего мела и домезозойские отложения, а именно квазиплатформенные (мощность до 3 км), верхнего палеозоя, которые также выполняют роль фундамента данного бассейна [5, 6]. В целом палеозойские отложения следует относить к мало перспективным в нефтегазоносном отношении из-за высокой дислоцированности и отсутствия надежных покровов [3]. Все открытые месторождения с промышленными запасами углеводородов сосредоточены в основном в антиклинальных залежах, тогда как на ловушки неантиклинального типа, передаваемые в разведку или добычу в составе месторождений, приходится не более 10% учтенных запасов. Вместе с тем подсчет ресурсов региона показывает, что до 50% приходится на неантиклинальные объекты, а возможность выявления новых антиклинальных залежей практически исчерпана.

## ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

Важно отметить, что Южно-Торгайская впадина подразделяется на тектонические области из-за специфичности структуры платформенных образований и распадается на три тектонических элемента: на севере Жыланшикский, на юге Арыкумский прогибы и разделяющая их Мынбулакская седловина [6].

Бассейн представляет собой внутриконтинентальный мезозойский рифтовый бассейн, расположенный на сдвиговой зоне Урало-Тяньшанского шва общей площадью 8104 км<sup>2</sup>. Главный Каратауский разлом является наиболее важным ударно-скользящим разломом в бассейне (рис. 1) [11]. Все месторождения с промышленными запасами нефти и газа открыты в Арыкумском прогибе, который характеризуется более мощным осадочным чехлом, чем другие элементы Южно-Торгайской впадины [12]. В результате влияния Тяньшаньского и Гималайского движений в Арыкумском прогибе сформировались три группы разломов, протягивающихся с северо-запада на юго-восток, которые формируют структуру бассейна системой грабен-горстов.

Во впадине развиты Арыкумские, Акшабулакские, Сарыланские и Бозингенские грабены,

которые разделены Аксайским, Ащисайским и Табакбулакским поднятиями (рис. 2).

В сочетании с характеристиками тектонической эволюции последовательное развитие бассейна можно разделить на четыре стадии: ранняя рифтовая стадия ( $J_1$ ), поздняя рифтовая стадия ( $J_2$ ), стадия перехода разлома в депрессию ( $J_3$ ) и стадия депрессии ( $K_1$ ) [11].

Множество положительных инверсионных структур, а именно разломы, образованные транспрессией в конце юрского и после мелового периодов, стали благоприятными ловушками для скопления углеводородов.

Предполагается, что Южно-Торгайский бассейн обладает хорошим потенциалом нефтегазоносности в неантиклинальных ловушках, которые обычно в терригенных отложениях образуются за счет движения материала от источника сноса до бассейна осадконакопления [8]. Рассмотрим факторы, которые являются ключевыми и послужили причиной формирования неантиклинальных ловушек, а также прогнозы их обнаружения в исследуемом регионе.

Благоприятными условиями скопления углеводородов считаются наличие источника, резервуара и плотных пород, которые выполняют роль



**Рис. 1.** Расположение бассейнов Северного и Южного Торгая на карте Казахстана: 1 — Арыкумский прогиб, 2 — Жыланшикский прогиб, 3 — Мынбулакская седловина (составлено автором на основе [1, 11])

**Fig. 1.** Location of the North and South Torgai basins on the map of Kazakhstan: 1 — Arysium trough, 2 — Zhylanshik trough, 3-Mynbulak saddle (compiled by the author based on [1, 11])



Рис. 2. Тектонические единицы Арыскупского прогиба и расположение нефтегазовых месторождений (составлено автором на основе [1, 9, 11])

Fig. 2. Tectonic units of the Arysium trough and location of oil and gas fields (compiled by the author based on [1, 9, 11])

покрышки. Южно-Торгайский бассейн характеризуется множественными разломами, поэтому присутствие эффективных неантиклинальных ловушек не исключается. Кроме того, степень перспективности бассейна напрямую зависит от объема и природы осадочного заполнения и геодинамического режима развития. Данные показатели в результате обозначают районы, благоприятные для генерации, аккумуляции и консервации углеводородов [4].

Прогноз зон развития неантиклинальных ловушек проводится на основе палеоморфологического анализа, основой которого является комплекс методик фациальной диагностики отложений, обоснованного стратиграфического разделения разрезов и структурно-тектонического анализа.

Выделяют три основных критерия прогнозирования зон развития неантиклинальных ловушек:

стратиграфический, определяющий приуроченность ловушек к определенной части разреза; лито-фациальный, локализирующий определенную латеральную зону в стратиграфически прослеженном горизонте; и структурно-тектонический, определяющий зависимость развития латеральных зон от разнопорядковых структур [7]. Кроме этого, к вышеперечисленным критериям дополнительными специфическими для нефтегазовых месторождений можно отнести литологический, дающий представление о коллекторских свойствах пластов, и литохимический, показывающий химизм обстановки нефте- и газообразования.

Для обоснованного прогнозирования необходимо рассмотрение всех этих признаков в комплексе, т.к. каждый из них либо обуславливает, либо системно зависит от других. Такое целостное изучение возможно в рамках методик палеогеоморфологического анализа.

## ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

**Таблица.** Прогнозирование зон развития различных генотипов неантиклинальных ловушек в Южно-Торгайском бассейне

**Table.** Prediction of zones of development of various genotypes of non-anticline traps in the South Torgai basin

| Группа                       | Подгруппа                  | Генетический тип        | Требования к формированию типа ловушки   | Приуроченность к площадям Южно-Торгайского бассейна   |
|------------------------------|----------------------------|-------------------------|--|---|
| Литологическая               | Эрозионно-аккумулятивная   | Речной                  | Тектоническая стабильность (стратиграфический признак), влажный климат (лито-фациальный признак) и энергетическая и латеральная стабильность потоков, определяющая возможность накопления литологически однородных отложений, требует приуроченности русел к близконежным структурам | Осевые части Арыскупской и Бозингенской грабен-синклиналей для карагансайской и акшабулакской свит, а также для верхов дощанской и кумкольской свит |
|                              |                            | Дельтовый               | Стабильное накопление песчаных осадков без латеральной миграции. Крутые склоны, постоянно подновляемые тектоникой, влажный климат и развитие стабильного или углубляющегося водоема у подножия склона  | Северная часть восточного борта Бозингенской грабен-синклинали в айболинское время  |
|                              | Тип аккумулятивных ловушек | Баровый                 | Структурно обусловленные перегибы пологого дна бассейнов или к выступам твердых пород. С гидродинамической точки зрения для формирования бара необходимы два сталкивающихся вдоль береговых потоков наноса   | Площадь Дощан (айболинская свита), Восточный Ойшубар (айболинская, возможно, карагансайская свита)  |
|                              |                            | Бокового наращивания    | Высококонтрастный седиментогенез с быстрой сменой аквальных и аэральных обстановок и быстрое осадконакопление  | Сазымбайская и айболинская свиты для Бозингенской грабен-синклинали   |
|                              |                            | Наземных наносов выноса | Контрастный климат у крутых склонов.   | Бозингенская-карагансайская свита, формирование у восточных бортов Акшабулакской и Бозингенской грабен-синклиналей                                  |
| Структурно-стратиграфическая | Срезания                   | Регионального срезания  | Выдержанность коллекторских слоев по восстанию и наличие флюидоупора, лежащего непосредственно на эродированной поверхности  | Западный борт Бозингенской грабен-синклинали и южная часть Южно-Акшабулакской мульды  |

Источник: составлено автором на основе [7].

Source: compiled by the author based on [7].

Роль трех вышеупомянутых основных критериев при прогнозировании зон различных генотипов неантиклинальных ловушек учтена и представлена в таблице.

Преимущественное развитие на территории прогиба имеют ловушки регионального выклинивания, а также возможные ловушки эрозионно-аккумулятивной и аккумулятивной подгрупп [7]. Ловушки подгруппы регионального выклинивания распространены наиболее

широко в Арыскупской и Бозингенской грабен-синклиналях.

Ряд авторов рассмотрели перспективные нефтегазоносные отложения, которыми являются неантиклинальные ловушки Арыскупской впадины [2, 9, 10, 12]. Была выполнена огромная работа по прогнозированию залежей в неантиклинальных ловушках преимущественно литологического и стратиграфического типов, развитых в терригенных осадочных образованиях

Южно-Торгайского бассейна. Для выявления перспективности на нефть и газ предлагалось проведение комплекса методов поиска неантиклинальных ловушек [2], который включает в себя 3D-МОГТ, динамический и седиментологический анализы, бассейновое моделирование, обеспечит успешность открытия промышленных запасов углеводородов и восстановит историю тектонического развития бассейна.

Поиск литологических коллекторов в склоновых областях с мощными и широко распространенными аргиллитами, отложенными в юрский период, может оказаться рентабельным, поскольку они могут быть эффективными породами-источниками, а также высококачественными плотными породами-покрышками, образующими благоприятные условия для скопления углеводородов (система «источник—резервуар—покрышка»). Учитывая, что до мелового возраста объемы воды на Земле были малы для образования «палеоокеанов» (Ларин, 2005), в последующие эпохи вплоть до настоящего времени основной объем осадков приходится на осадки прибрежной зоны [8]. Исследуемый район подвергался затоплению трижды. По результатам секвентной стратиграфии в качестве благоприятных разведочных целевых зон выделяют два типа песчаных тел, соответствующих местоположениям вокруг трех поверхностей затопления, а именно те, которые связаны с веерными телами, переплетенными в толще аргиллита или вблизи них, в раннюю и позднюю рифтовую стадию, и те, которые связаны с дельтовым фронтом, отложенным на стадии депрессии бассейна [11].

Ряд исследователей [9, 10] проводил поиск литологических ловушек в пологой наклонной зоне рифтового озерного бассейна — Район А (рис. 2), где не развиты структурные ловушки. Они в основном относятся к юре, и главным управляющим фактором формирования коллекторов является надежность литологических ловушек. Исследуемые зоны находятся на юге Арыкумской грабен-синклинали и являются восточным склоном, где также простирается Каратауский ударно-скользящий разлом. Бурение аномального тела на месторождении Дошан показало, что литологическая ловушка, имеющая благоприятные условия формирования коллектора, содержит промышленные объемы нефти и газа. И ловушка образовалась из-за выклинивания песка вверх-вниз перед склоновой зоной, а роль региональной покрышки

выполняет мощный слой аргиллита. Также бурением была установлена принадлежность коллекторов литологического типа средней и нижней юре. В одной из исследуемых зон месторождения Дошан площадь аномальных тел с высокой газоносностью и потенциалом для разведки составляет около 11,27 км<sup>2</sup>, а объем прогнозных запасов природного газа — до 5,5 млрд м<sup>3</sup> [10]. Высококачественный газовый поток был получен из скважины Б-4 Дошанского месторождения. Успешное бурение показало большой потенциал по разведке литологических коллекторов в данной зоне, что доказывает необходимость проведения поиска и дальнейших исследований неантиклинальных ловушек.

Кроме того, распространение неантиклинальных ловушек в нефтегазоносных бассейнах в значительной мере зависит от литолого-фациальных условий отложения осадков. К примеру, на юге Западной Сибири перспективными зонами развития литологических ловушек являются палеогеографические области речных долин. Существовало несколько хорошо развитых речных систем как в раннебатарское время, так и в более древние периоды средней и ранней юры [8].

Так как весь бассейн трижды подвергался обширному озерному затоплению, то, как следствие, наводнения, соответствующие ранней и поздней рифтовой стадиям и стадии депрессии, являются благоприятными для скопления нефти и газа и в неантиклинальных ловушках [11].

В перспективе в этом аспекте можно рассмотреть северный Жиланшиковский прогиб (рис. 1), чей нефтегазоносный потенциал не исключается, а прогнозный ресурс углеводородов составляют 10—20 тысяч тонн условного топлива на 1 км [1]. Возможно, в ближайшем будущем данное направление будет актуально и будет представлять особый интерес.

Резюмируя вышесказанное, можно сказать, что Южно-Торгайский бассейн обладает хорошим потенциалом нефтегазоносности в неантиклинальных ловушках. Особый интерес представляют литологические коллекторы с мощными и распространенными толщами аргиллитов, приуроченные к юре. Для прогнозирования неантиклинальных объектов важно знать, в каких литолого-фациальных условиях отложились осадки, и выделять те обстановки, которые благоприятны для формирования неструктурных ловушек углеводородов. А также в перспективе следует уделить особое внимание специфике геодинамического развития бассейна, генезису залежей углеводородов,

## ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

которые позволяют выявить закономерности распространения или приуроченности нефти и газа к определенным горизонтам.

В этой связи поиск и разработка неантиклинальных ловушек являются актуальной задачей современной науки и практики.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Акчулаков У.А., Жолтаев Г.Ж., Исказиев К.О., Коврижных П.Н., Куандыков Б.М., Огай Е.К. Научное обоснование углеводородного потенциала Республики Казахстан. Карта перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Казахстана. Алматы, 2015.
2. Болат Е., Нуkenов М.К., Бисенгалиев Д.Л. Прогноз неантиклинальных ловушек в Жинишкекумской и западной части Арыскупской грабен-синклиналей Южно-Тургайского бассейна // Известия НАН РК. Сер. геол. и техн. наук. 2015. № 411. С. 57—68.
3. Волож Ю.А., Быкадоров В.А., Антипов М.П., Сапожников Р.Б. Особенности строения палеозойских отложений Тургайско-Сырдарьинского и Устюртского регионов (в связи с перспективами нефтегазоносности глубоких горизонтов осадочного чехла) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2016. Т. 11. № 4. С. 1—46. [https://doi.org/10.17353/2070-5379/41\\_2016](https://doi.org/10.17353/2070-5379/41_2016)
4. Жолтаев Г.Ж. Теоретические основы оценки перспектив нефтегазоносности палеозойских осадочных бассейнов Казахстана // Известия НАН РК. Сер. геол. и техн. наук. 2018. № 428. С. 185—192.
5. Жолтаев Г.Ж., Парагульгов Т.Х. Геология нефтегазоносных областей Казахстана (геология и нефтегазоносность Южно-Тургайской впадины). Учебное пособие. Алматы: ИИА Аикос, 1998. 287 с.
6. Парагульгов Т.Х., Парагульгов Х.Х., Фазылов Е.М., Мусина Э.С. Южно-Тургайский осадочный бассейн — вещественный состав и нефтегазоносность домезозойских образований // Известия НАН РК. Сер. геол. и техн. наук. 2013. № 1. С. 44—54.
7. Поезжаев И.П., Кальменова А.Х. Разработать литолого-стратиграфические критерии оценки перспектив нефтегазоносности Южно-Тургайской впадины. Отчет по теме: 5-09. Алматы, 1997.
8. Сафонов А.С., Кондратьева О.О., Федотова О.В. Поиск неантиклинальных ловушек углеводородов методами сейсморазведки. М.: Научный мир. 2011. 512 с.
9. Kong L., Zhang M., Lin Y., Luo M. Identification and Exploration of Lithologic Traps in Block M of South Turgay Basin // Proceedings of the International Workshop on Environment and Geoscience. China, 2018. Vol. 1. P. 340—343. <https://doi.org/10.5220/0007430103400343>
10. Kong L., Zhang M., Yin J., Lin Y., Yin W., Luo M. Characterization and Hydrocarbon Detection of Anomalous Bodies in Block B of South Turgay Basin // Proceedings of the International Field Exploration and Development Conference. China, 2017. P. 3—13.
11. Shi J., Jin Z., Fan T., Liu Q., Zhang F., Fan X. Sequence development, depositional filling evolution, and prospect forecast in northern Arysкуп Depression of South Turgay Basin, Kazakstan // Energy Exploration & Exploitation. 2016. Vol. 34. P. 621—642. <https://doi.org/10.1177/0144598716650067>
12. Tian Z., Xu Z., Zheng J., Zhao J. Petroleum Geology and Accumulation in Arysкуп Depression in Turgay Basin // Xinjiang Petrol. Geol. 2010. Vol. 31. P. 108—109.

### REFERENCES

1. Akchulakov U.A., Zholtayev G.Zh., Iskaziev K.O., Kovrizhnyh P.N., Kuandykov B.M., Ogai E.K. Scientific justification of the hydrocarbon potential of the Republic of Kazakhstan. Map of oil and gas potential of sedimentary basins of Kazakhstan. Алматы, 2015 (In Russian).
2. Bolat Ye., Nukenov M.K., Bissengaliyev D.L. Forecast of non-anticlinal traps of Zhinishkekum and western part of Arysкуп graben-synclines of South Turgai basin. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2015. Vol. 3. No. 411. P. 57—68 (In Russian).
3. Volozh Yu.A., Bykadorov V.A., Antipov M.P., Sapozhnikov R.B. Paleozoic sections of Turgai-Syrdarya and Ustyurt region — structural features (related to the petroleum potential of the caver's deep layers). Petroleum Geology — Theoretical and Applied Studies. 2016. No. 4. P. 1—46 (In Russian). [https://doi.org/10.17353/2070-5379/41\\_2016](https://doi.org/10.17353/2070-5379/41_2016)
4. Zholtayev G. Theoretical foundations on estimation of oil and gas potential perspectives of Paleozoic sedimentary basins of Kazakhstan. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2018. Vol. 2. No. 428. P. 185—192 (In Russian).
5. Zholtayev G.Zh., Paragulgov T.H. Geology of the oil and gas regions of Kazakhstan (Geology and oil and gas content of the South Torgay depression). Textbook. Алматы: IIA Aikos, 1998. 287 p. (In Russian).
6. Paragulgov T.H., Paragulgov H.H., Fazylov E.M., Musina E.S. Southern-Torgay sedimentary basin — material structure and an oil-and-gas-bearing capacity at the pre-Mesozoic formations. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. 2013. No. 1. P. 44—54 (In Russian).
7. Poezhaev I.P., Kalmeneva A.H. To develop lithologic-stratigraphic criteria for the evaluation of petroleum

- potential of the South Turgay basin. Report on the topic: 5-09. Almaty, 1997.
8. Safonov A.S., Kondratieva O.O., Fedotova O.V. Seismic data analysis of non-anticlinal hydrocarbon traps. Moscow: Scientific World, 2011. 512 p. (In Russian).
  9. Kong L., Zhang M., Lin Y., Luo M. Identification and Exploration of Lithologic Traps in Block M of South Turgay Basin. Proceedings of the International Workshop on Environment and Geoscience. China, 2018. Vol. 1. P. 340—343. DOI: 10.5220/0007430103400343
  10. Kong L., Zhang M., Yin J., Lin Y., Yin W., Luo M. Characterization and Hydrocarbon Detection of Anomalous Bodies in Block B of South Turgay Basin. Proceedings of the International Field Exploration and Development Conference. China, 2017. P. 3—13.
  11. Shi J., Jin Z., Fan T., Liu Q., Zhang F., Fan X. Sequence development, depositional filling evolution, and prospect forecast in northern Arysium Depression of South Turgay Basin, Kazakstan. Energy Exploration & Exploitation. 2016. Vol. 34. P. 621—642. <https://doi.org/10.1177/0144598716650067>
  12. Tian Z., Xu Z., Zheng J., Zhao J. Petroleum Geology and Accumulation in Arysium Depression in Turgay Basin. Xinjiang Petrol. Geol. 2010. Vol. 31. P. 108—109.

### ВКЛАД АВТОРА / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Кауконова А.С. — разработала концепцию статьи, подготовила текст статьи, окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Assem S. Kaukenova — developed the article concept, prepared the text, approved the final version of the article, and accepted the responsibility for all aspects of the work.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Кауконова Асем Сабиткызы** — докторант Ph.D. кафедры геологии и разведки месторождений полезных ископаемых НАО «Карагандинский технический университет»  
56, пр. Нурсултана Назарбаева, г. Караганда 100027, Республика Казахстан  
e-mail: [assemkaukenova@gmail.com](mailto:assemkaukenova@gmail.com)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0313-4760>

**Assem S. Kaukenova** — doctoral student, Department of Geology and exploration of mineral deposits, Karaganda Technical University  
56, Nursultan Nazarbayev ave., Karaganda 100027, The Republic of Kazakhstan  
e-mail: [assemkaukenova@gmail.com](mailto:assemkaukenova@gmail.com)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0313-4760>



## УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ НЕФТЕГАЗОМАТЕРИНСКИХ ТОЛЩ ЛАПТЕВСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

В.Ю. КЕРИМОВ, Ю.В. ЩЕРБИНА\*, А.А. ИВАНОВ

ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»  
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** В отношении нефтегазогеологического районирования шельфа моря Лаптевых, так же как и других морей Восточной Арктики, пока не существует единых устоявшихся представлений. Разные группы исследователей определяют этот регион как самостоятельно нефтегазоносную область [7, 8], как потенциально нефтегазоносный бассейн [1].

**Цель.** Целью являлось построение пространственно-временных цифровых моделей осадочных бассейнов и углеводородных систем для основных горизонтов нефтематеринских пород. Детальный анализ информации о нефтегазоносности, геохимическом изучении осадков, характеристики компонентного состава и теплового режима акватории Лаптевского шельфа ставит вопрос условий формирования и эволюции нефтегазоматеринских толщ в пределах изучаемой перспективной нефтегазоносной провинции. Проведенные исследования позволили изучить региональные тренды нефтегазоносности, особенности формирования осадочного чехла и развития углеводородных систем изучаемого района.

**Материалы и выводы.** Источником информации являются материалы производственных отчетов, полученных по отдельным крупным объектам в районе акватории. В качестве основы для бассейнового анализа использована модель, разработанная специалистами Equinor (Somme et al., 2018) [14—17], которая охватывает временной период с триаса по палеоген включительно и учитывает плито-тектонические реконструкции. Построенная модель включает четыре основных осадочных комплекса: доаптский, апт-верхнемеловой, палеогеновый, неоген-четвертичный.

**Результаты.** Расчет численных моделей выполнен в двух вариантах с разными типами керогена нефтегазоматеринских толщ (НГМТ), соответствующими гумусовому и сапропелевому органическому веществу (ОВ). Результаты проведенных исследований показали, что ключевым фактором, контролирующим развитие углеводородных систем, является скорость погружения бассейнов и мощность формируемых комплексов перекрывающих пород, а также геотермическое поле моря Лаптевых.

**Заключение.** Анализ полученных результатов позволил выделить наиболее перспективные объекты исследования. Выделены основные очаги генерации углеводородов палеогенового и неогенового комплексов и области наиболее вероятной аккумуляции. Значительный углеводородный потенциал ожидается в клиноформах палеогена Восточной Арктики.

**Ключевые слова:** бассейновое моделирование, Лаптевоморский бассейн, нефтегазоматеринские толщи, кероген, зрелость органического вещества, скопление углеводородов, геохимия

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №20-35-70062.

**Для цитирования:** Керимов В.Ю., Щербина Ю.В., Иванов А.А. Условия формирования и эволюция нефтегазоматеринских толщ Лаптевской нефтегазоносной провинции. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2020;63(3):46—59. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-46-59>

Статья поступила в редакцию 19.10.2020

Принята к публикации 03.11.2020

Опубликована 09.11.2020

\* Автор, ответственный за переписку

## FORMATION CONDITIONS AND EVOLUTION OF OIL AND GAS SOURCE STRATA OF THE LAPTEV SEA SHELF ORE AND GAS PROVINCE

VAGIF YU. KERIMOV, YULIAY V. SHCHERBINA\*, ANDREY A. IVANOV

*Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting  
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia*

### ABSTRACT

**Introduction.** To date, no unified well-established concepts have been developed regarding the oil and gas geological zoning of the Laptev Sea shelf, as well as other seas of the Eastern Arctic. Different groups of researchers define this region either as an independently promising oil and gas region [7, 8], or as a potential oil and gas basin [1].

**Aim.** To construct spatio-temporal digital models of sedimentary basins and hydrocarbon systems for the main horizons of oil and gas source rocks. A detailed analysis of information on oil and gas content, the gas chemical study of sediments, the characteristics of the component composition and thermal regime of the Laptev sea shelf water area raises the question on the conditions for the formation and evolution of oil and gas source strata within the studied promising oil and gas province. The conducted research made it possible to study the regional trends in oil and gas content, the features of the sedimentary cover formation and the development of hydrocarbon systems in the area under study.

**Materials and methods.** The materials of production reports obtained for individual large objects in the water area were the source of initial information. The basin analysis was based on a model developed by Equinor specialists (Somme et al., 2018) [14—17], covering the time period from the Triassic to Paleogene inclusive and taking into account the plate-tectonic reconstructions. The resulting model included four main sedimentary complexes: pre-Aptian, Apt-Upper Cretaceous, Paleogene, and Neogene-Quaternary.

**Results.** The calculation of numerical models was carried out in two versions with different types of kerogen from the oil and gas source strata corresponding to humic and sapropel organic matter. The results obtained indicated that the key factor controlling the development of hydrocarbon systems was the sinking rate of the basins and the thickness of formed overburden complexes, as well as the geothermal field of the Laptev Sea.

**Conclusion.** The analysis of the results obtained allowed the most promising research objects to be identified. The main foci of hydrocarbon generation in the Paleogene and Neogene complexes and the areas of the most probable accumulation were determined. Significant hydrocarbon potential is expected in the Paleogene clinofolds of the Eastern Arctic.

**Keywords:** basin modeling, Laptev Sea basin, oil and gas source strata, kerogen, organic matter maturity, hydrocarbon accumulation, geochemistry

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**Financial disclosure:** the reported study was funded by RFBR, project number 20-35-70062.

**For citation:** Kerimov V.Yu., Shcherbina Yu.V., Ivanov A.A. Formation conditions and evolution of oil and gas source strata of the Laptev sea shelf ore and gas province. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2020;63(3):46—59. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-46-59>

# ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

Manuscript received 19 October 2020

Accepted 03 November 2020

Published 09 November 2020

\* Corresponding author

В составе Лаптевской потенциально нефтегазоносной провинции с известной степенью условности выделяются четыре потенциально нефтегазоносных области: Лено-Таймырская, Центрально-Лаптевская, Северо-Лаптевская и Восточно-Лаптевская, или Лено-Омолойская, которые различаются по структуре и некоторым сейсмогеологическим особенностям осадочного разреза и, вероятно, будут различаться по характеру и объемам нефтегазопродуктивности (рис. 1).

Все известные на сегодня проявления нефтяных углеводородов установлены на прилегающей с юга суше (Лено-Анабарское междуречье, правобережье Хатангского залива),

а также на востоке шельфа (о-ва Котельный и Бельковский).

*Залежи нефти* (непромышленные) обнаружены в устьевой части Хатангского залива на его восточном берегу в пермо-триасовых отложениях на глубинах 1200—1600 м ( $P_{1-2}$ ) и 120 м ( $T_2$ ) (мелкие месторождения — Нордвигское, Южно-Тигянское). Максимальный дебит составил 12,3 м<sup>3</sup>/сутки ( $P_1$ ). Нефть тяжелая. Наблюдавшееся в процессе опытной эксплуатации резкое падение дебитов скважин вызвано, видимо, ограниченными размерами залежи.

*Битумопроявления* (выполнение пустот, трещин, сплошное насыщение) наблюдались в скважинах,

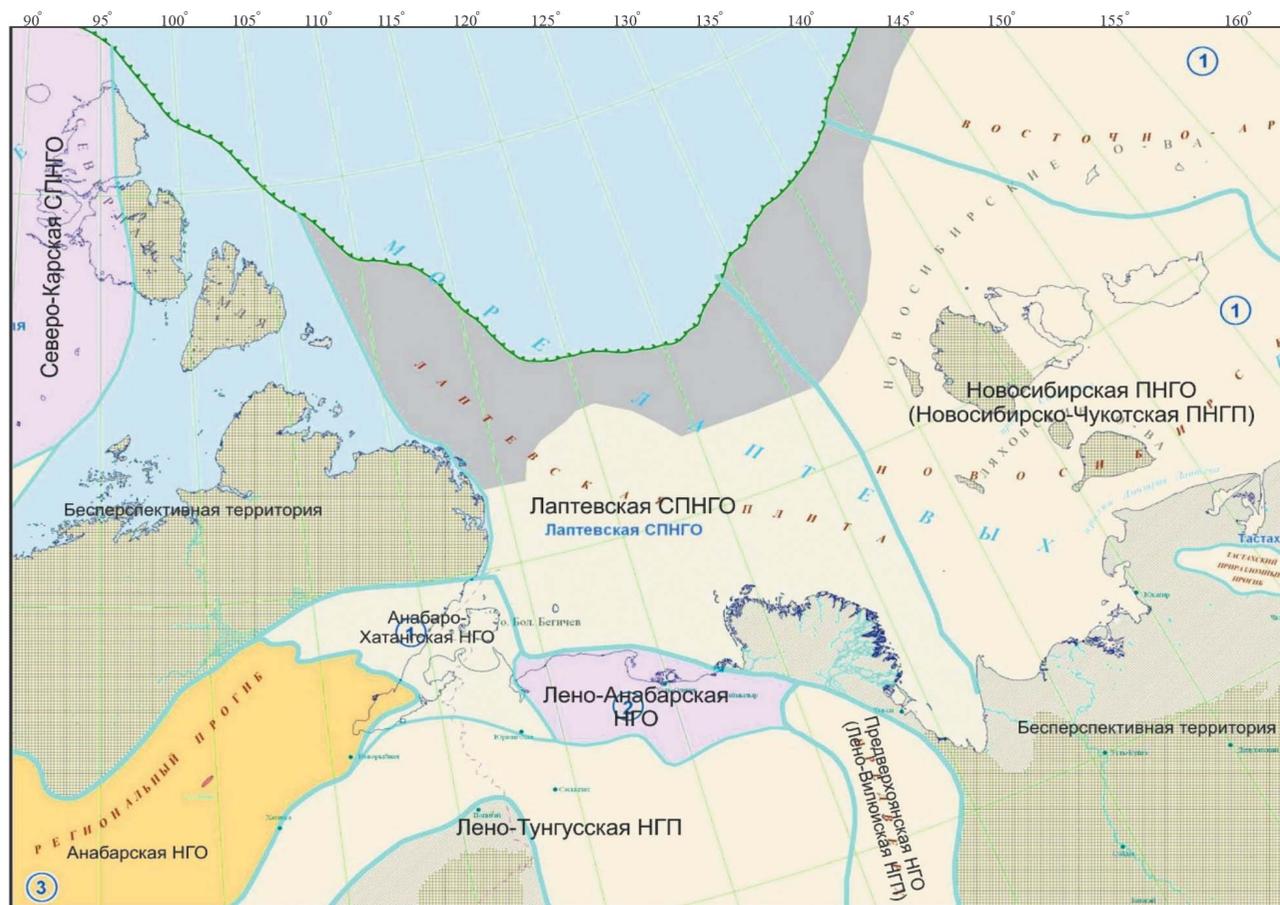


Рис. 1. Карта нефтегазоносности Лаптевской потенциально нефтегазоносной провинции (выкопировка из карты нефтегазоносности РФ и сопредельных стран СНГ [1])

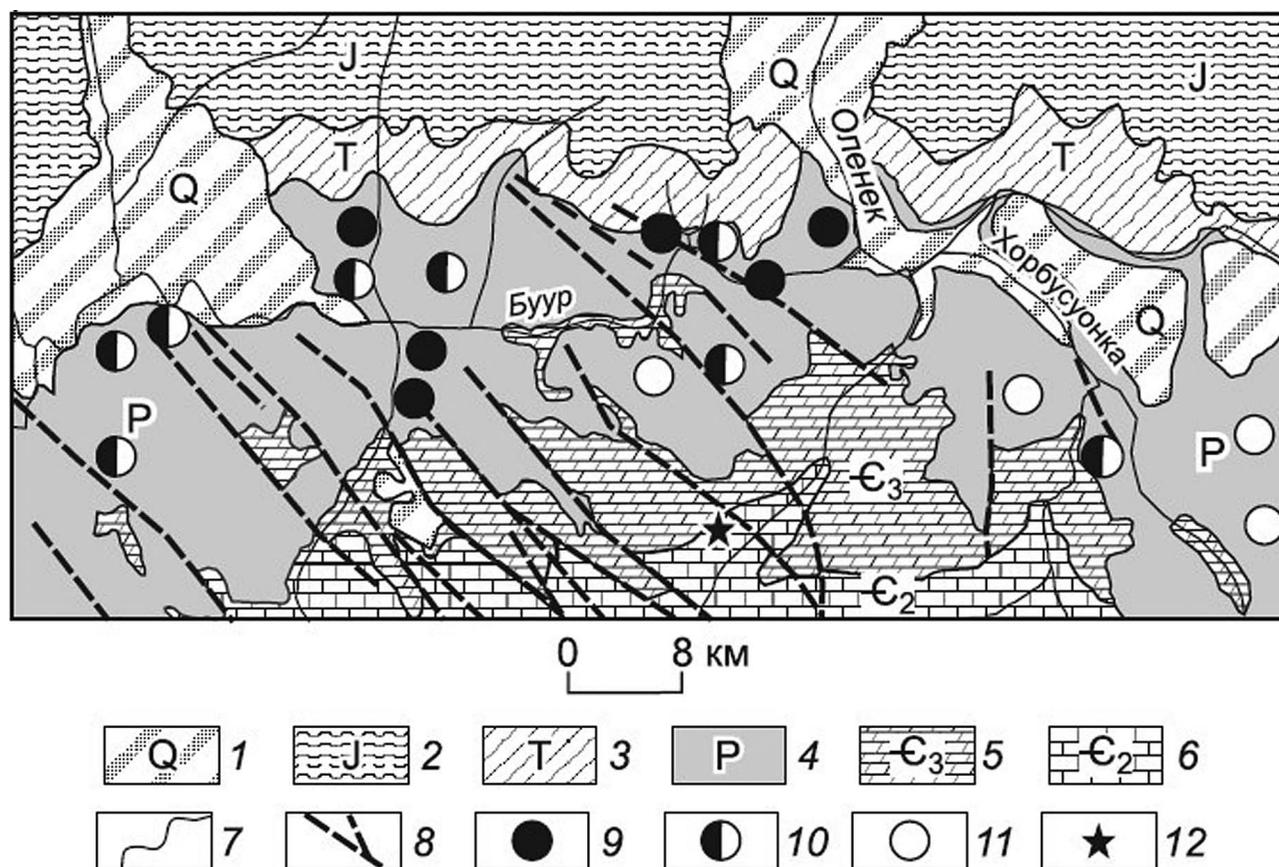
Fig. 1. Map of oil and gas potential of the Laptev potentially oil and gas province (part of the copy from the oil and gas potential of the Russian Federation and neighboring countries of the Commonwealth of Independent States [1])

пробуренных в прибрежной зоне Лено-Анабарско-го прогиба, в обнажениях на Оленекском поднятии и на о-вах Котельный и Бельковский в породах верхнего протерозоя, палеозоя (кембрий, девон-пермь) и мезозоя (Т, J). Наиболее значительные и пространственно выдержанные (до 200 км) проявления локализуются в приконтактовой зоне верхнего протерозоя — нижнего кембрия, в кровле верхнего кембрия и в перекрывающих доломиты кембрия песчаниках перми, что зафиксировано как геологическими работами, так и глубоким бурением (рис. 2).

В доломитах протерозоя битумы выполняют поры и каверны в кровле разреза, но отсутствуют в подобных же кавернозных породах ниже

по разрезу. Высокой и одновременно хорошо выдержанной по разрезу битуминозностью характеризуются песчаники и доломиты нижнего кембрия, несогласно перекрывающие битуминозные карбонаты протерозоя. Мощность битуминозных песчаников не менее 5,0 м.

Таким образом, в зоне контакта протерозоя и нижнего кембрия наблюдается отчетливо выраженная стратиграфическая залежь, контролируемая не разрывными нарушениями, как бы много их ни было, а поверхностью несогласия. Разнообразный характер битумопроявлений характерен также для карбонатных пород верхнего кембрия на севере Оленекского поднятия.



**Рис. 2.** Схема расположения скоплений природных битумов Оленекского месторождения битумов [9]  
Скопления и месторождения битумов: А — Рассохинское, Б — Восточно-Анабарское, В — Силигир-Мархинское, Г — Центрально-Оленекское, Д — Оленекское; 1 — четвертичные отложения, 2 — юрские, 3 — триасовые, 4 — пермские, 5 — верхнекембрийские (лапарская свита), 6 — среднекембрийские (тыюессалинская свита); 7 — граница выхода разновозрастных отложений; 8 — разломы; 9—11 — концентрации битумов в пермских отложениях (мас.%): 9 — 5%, 10 — 2—5%, 11 — <2%.

**Fig. 2.** Location of natural bitumen accumulations of the Olenek bitumen deposit [9]  
Accumulations and deposits of bitumen: А — Rassokhinskoe, В — Vostochno-Anabarskoe, С — Siligir-Markhinskoe, G — Central-Olenekskoe, D — Olenekskoe; 1 — Quaternary deposits, 2 — Jurassic, 3 — Triassic, 4 — Permian, 5 — Upper Cambrian (Lapar suite), 6 — Middle Cambrian (Tyuessalinskaya suite); 7 — boundary of the release of sediments of different ages; 8 — faults; 9—11 — concentration of bitumen in Permian sediments (wt.%): 9 — 5%, 10 — 2—5%, 11 — <2%.

Кавернозность и битуминозность этой части разреза хорошо выдержана по площади, о чем свидетельствуют скважины, пробуренные севернее — в Лено-Анабарском прогибе. Мощность битуминозных зон варьирует от 3—4 до 60—70 м.

Крупное месторождение твердых битумов располагается на севере Оленекского поднятия в песчаниках перми. Буровыми работами выявлено 5 залежей мощностью до 25 м, прослеживающихся на десятки километров по простиранию. В разрезе триаса проявления нефтяных углеводородов встречаются реже. Наиболее значительные отмечены на крайнем западе района, на Гуримисской площади, где вскрыты пропитанные нефтью пласты песчаников среднего триаса мощностью до 9 м.

На о-ве Котельный битумопроявления наиболее часто встречаются в породах нижнего-среднего девона и триаса. В разрезе триаса скопления битумов наблюдались также в базальтах, где они выполняют многочисленные пустоты. Проявления газа установлены в пермских и средне-триасовых отложениях, в вышележащих (J, K) породах битум не отмечен во вскрытых бурением в северной части Анабаро-Хатангского междуречья. Дебит достигал соответственно 3000 и 10 000 м<sup>3</sup>/сут. В этом же районе (р. Анабар) установлен постоянно действующий естественный выход горючего газа на дневную поверхность, приуроченный к тектоническому нарушению (дебит 2—3 м<sup>3</sup>/сут). Наличие в составе газа гелия говорит о его глубинной природе. Газопроявление с дебитом до 20 м<sup>3</sup>/сут отмечено в пермских отложениях, вскрытых скв. Р-1 вблизи устья р. Оленек.

*Газохимическое изучение донных осадков* Лаптевского шельфа (320 проб) выявило наличие в 55 из них аномальных (превышающих фон) содержания углеводородных газов (УВГ). Их количественный разброс (0,05—2,3 см<sup>3</sup>/кг) в большинстве своем не зависит от состава осадков и содержания в них  $C_{орг}$ , колеблющегося около значений в 1,0%. В распределении аномальных концентраций углеводородных газов намечается отчетливый структурный контроль. Значительная их часть располагается в пределах отрицательных структур с повышенной мощностью чехла, вблизи разломов и на граничных участках крупных структурных элементов, которые (границы) в большинстве случаев имеют разломную природу. Наличие заметного количества гомологов (до бутана включительно) и часто невысокая величина отношения метана к гомологам, опускающаяся в Усть-Ленском грабене до 0,16 (доминирует бутан) — особенности не характерные для газов биохимической природы.

Принципиально важным является совпадение аномальных зон по метану и тяжелым углеводородам, а также обнаружение в газовой смеси в Усть-Ленском грабене аргона и гелия, источник которых, скорее всего, имеет глубинную природу. Напомним в этой связи о сейсмичности Лаптевского шельфа вообще и Усть-Ленского грабена в частности, магнитуда землетрясений в пределах которых достигает 6 баллов [11]. Приведенные данные могут свидетельствовать о миграционной природе значительной части аномальных содержаний УВГ и о возможной нефтегазоносности недр.

Согласно данным публикаций [10] в разрезе провинции выделяется до трех главных потенциально нефтегазоносных комплексов, в том числе: нижний, вендско-каменноугольный (венд-турне), преимущественно карбонатный; средний, каменноугольно-нижнемеловой (визе-неоком) терригенный и верхний мел-кайнозойский, также терригенный.

В составе *нижнего комплекса* по аналогии с прилегающими территориями в качестве наиболее перспективных рассматриваются породы венда и кембрия. Они представлены кавернозными доломитами в кровле венда (пористость до 25%) и терригенно-карбонатными породами низов кембрия (пористость 11—21%, проницаемость до 1,3 мкм<sup>2</sup>), а также кавернозными доломитами кровли кембрия.

Породы характеризуются регионально выраженной битуминозностью. Поисковый интерес представляют также терригенно-карбонатные отложения девона, характеризующиеся высокой битуминозностью на о-ве Котельный. Максимальная мощность пород нижнего комплекса может достигать 5,0 км. Наиболее благоприятную для образования жидких УВ степень катагенеза ОВ (МК<sub>3</sub>) согласно Б.И. Киму и др. [10] можно ожидать в пределах вала Минина и Лено-Таймырской зоны поднятий, где подошва верхнего протерозоя располагается на глубине 4—6 км.

В *среднем потенциально нефтегазоносном комплексе* наиболее перспективными считаются отложения перми. Разрез пермских отложений состоит из чередования глинистых и песчаных пачек, что создает благоприятные условия миграции УВ из глинистых толщ и их аккумуляции в песчаных коллекторах, пористость которых колеблется от 20 до 60%. Сейсмическое профилирование, выполненное на Лаптевоморском шельфе, подтвердило принципиальную общность строения пермского разреза на суше и в акватории. В пределах большинства структур отложения перми предполагаются на глубине около 5—6 км. В пределах

вала Минина они предполагаются на глубине около 2,5—3,0 км, а минимальная глубина их залегания (1,5—2,0 км) возможна в пределах Лено-Таймырской зоны поднятий и на Западно-Ленском куполе. Нельзя исключать из числа перспективных и песчано-глинистые образования триаса. Приуроченность битумопроявлений в основном к разломам и трещинам свидетельствует о миграции УВ из нижележащих (пермских?) толщ. Пористость песчанников изменяется от 16 до 28%.

В верхнем нефтегазоносном комплексе прогнозируются как высококачественные коллекторы, связанные с развитием дельтовых фаций отложений, так и достаточно мощные глинистые покрывки. Последние в пределах отрицательных структур (исключая Южно-Лаптевский прогиб) располагаются на глубине около 5,0 км и по предполагаемой степени катагенеза ОВ [10] могут являться продуцентами жидких УВ. Вышележащие глинистые палеоценовые образования могут играть роль не только покрывки для возможных меловых залежей УВ, но и генерировать разнообразные УВ при погружении на глубину до 3 км (Усть-Ленский грабен, Омолойский прогиб). Плиоцен-четвертичные отложения вследствие их алеврито-глинистого состава рассматриваются в качестве региональной покрывки.

Нефтегазоматеринские отложения нижнего потенциально нефтегазоносного комплекса стратиграфически приурочены к отложениям верхнего рифея-венда, имеющим глинисто-карбонатный состав и содержащим до 1,0—1,5% ОВ, а также к доманикоидным отложениям среднего кембрия с содержанием  $C_{орг}$  до 24%. В карбонатном комплексе палеозоя, согласно материалам публикаций [10], прогнозируются еще несколько нефтегазоматеринских свит, сложенных пачками черных глинистых карбонатов ордовика — нижнего силура, девона, раннего карбона. Наиболее перспективными представляются образования нижнего-среднего девона, в которых содержание  $C_{орг}$  достигает 5%.

В среднем нефтегазоносном комплексе нефтегазоматеринские толщи предполагаются на стратиграфических уровнях нижней перми, среднего триаса и юры. Генерационный потенциал пермских отложений подтверждается открытием уникального Оленекского битумного месторождения, а также мелкими месторождениями и проявлениями нефти на южном побережье Хатангского залива моря Лаптевых. Содержание  $C_{орг}$  в глинистых отложениях перми может достигать 2,4% при гумусово-сапропеловом типе ОВ.

Для глинистых отложений триаса также характерна повышенная битуминозность. Юрские отложения являются основным генератором углеводородов в Енисей-Хатангском и Лено-Анабарском прогибах [13, 14].

Результаты моделирования условий генерации УВ [10] показывают, что Центрально-Лаптевская область является одним из основных очагов генерации преимущественно нефтяных УВ, в котором зона генерации ( $МК_1—МК_5$ ) расположена на глубине от 1,5 до 7,0 км, а интервал «нефтяного окна» ( $МК_2—МК_3$ ) мощностью 2,2—2,5 км представлен перспективными отложениями от девона (локально) до триаса включительно. Залежи нефти различного химического состава могут быть приурочены как к бортам Центрально-Лаптевского прогиба, так и к его центральным частям на глубине от 3 км и более.

В пределах наиболее погруженных зон Омолойского прогиба (Восточно-Лаптевская ПНГО) условия генерации УВ наступили приблизительно в позднем триасе. К этому времени самые древние нефтегазоматеринские толщи рифея-венда и карбонаты палеозоя погрузились в зону активного нефтеобразования. На бортах прогиба и на его центриклинальном замыкании условия главной фазы генерации УВ в названных комплексах наступили значительно позднее — в конце раннего мела. Главная фаза нефтеобразования в Омолойском прогибе растянута в интервале глубин от 2 до 8 км, где могут находиться отложения от ордовика до верхов мела. Интервал «нефтяного окна» представлен мезозойским комплексом отложений, залегающих на глубине 3,2—5,5 км. Нефтеобразование в данном комплексе отложений относится к периоду 125—50 млн лет назад, когда сформировались апт-альбские и палеоценовые коллекторы. Это позволяет сделать вывод о том, что залежи нефти будут ограничены интервалом глубин 2,5—4,0 км.

Значительный стратиграфический диапазон нефтегазоматеринских толщ, особенности структуры и вещественного состава отложений характеризуются благоприятным сочетанием коллекторских и флюидоупорных толщ, наличием признаков структурного и генетического сходства в развитии исходно-рифтогенных бассейнов моря Лаптевых [2—6]

### Методика исследований

Для оценки углеводородного потенциала изучаемых акваторий в настоящей работе выполнено численное бассейновое моделирование. С учетом существенных неопределенностей в части

## ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

вещественного состава пород в модели были выделены гипотетические углеводородные системы в основании каждого комплекса. Расчет выполнен в двух вариантах с разными типами керогена НГМТ, соответствующими гумусовому и сапропелевому ОВ.

### Результаты исследований

Результаты проведенных исследований показали, что ключевым фактором, контролирующим развитие углеводородных систем, является скорость

погружения бассейнов и мощность формируемых комплексов перекрывающих пород, а также геотермическое поле моря Лаптевых.

Существует всего пять точек измерений теплового потока в его северной части — в районе котловины Амундсена — и четыре измерения в континентальной и островной частях (рис. 3). Представленная карта распределения теплового потока не противоречит региональным особенностям распределения теплового

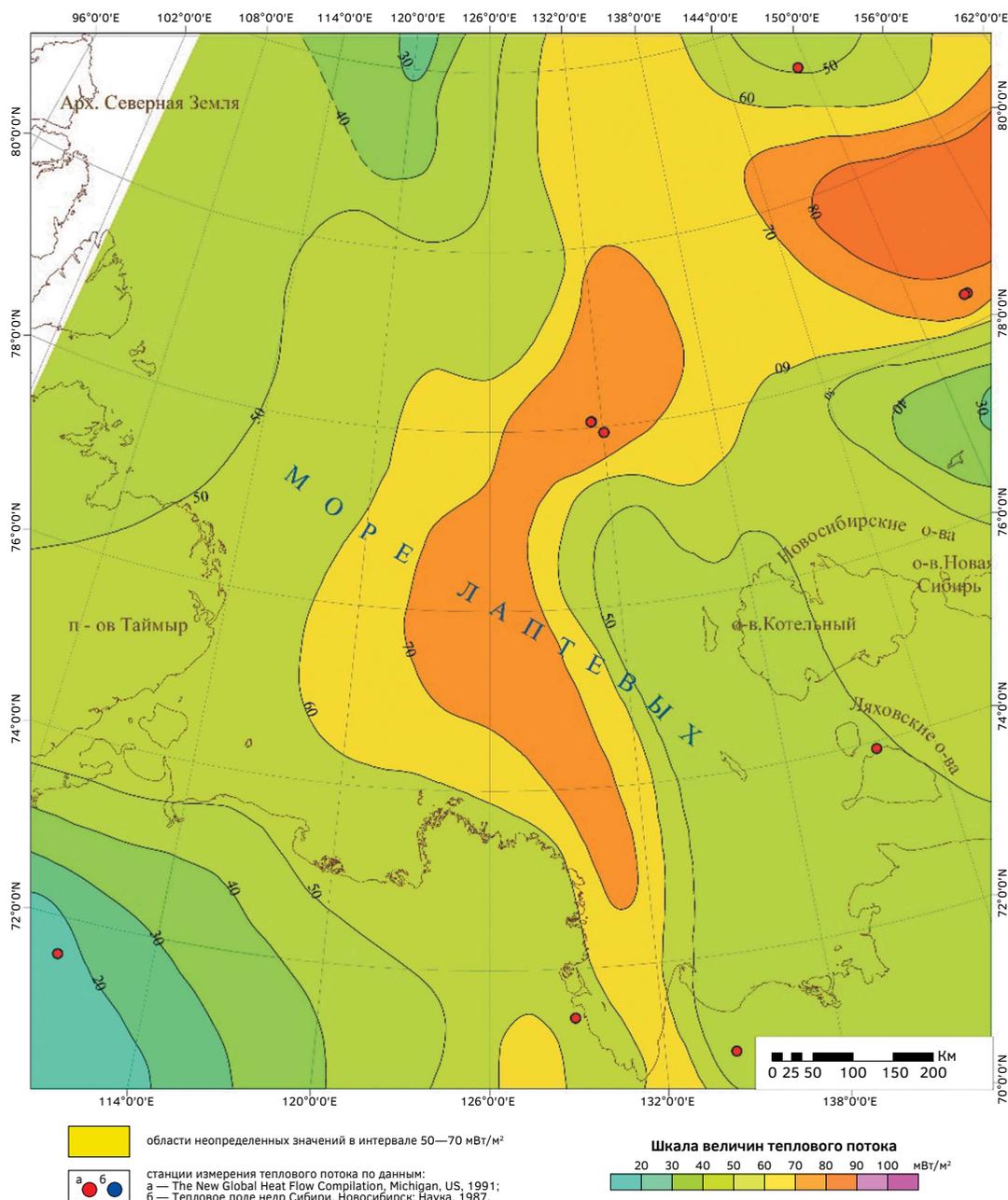


Рис. 3. Схема теплового потока моря Лаптевых (по данным АО «Союзморго», 2019)

Fig. 3. Scheme of the heat flow of the Laptev Sea (according to the data of the JSC «Soyuzmorgo», 2019)

Условия формирования и эволюция нефтегазоматеринских толщ Лаптевской нефтегазоносной провинции

потока для Арктического сегмента Земли, который определяется сочетанием чередований субмеридиональных поясов высокого и низкого теплового потока — в глубоководных котловинах с субширотными поясами относительно повышенного (52—80 мВт/м<sup>2</sup>) и низкого (от 26—52 мВт/м<sup>2</sup>) теплового потока почти вдоль всего периметра шельфовой области Америки и Евразии.

Анализ палеогеографических условий формирования отложений позволяет предполагать присутствие элементов углеводородных систем в составе всех основных комплексов осадочного чехла.

Результаты выполненного моделирования показали, что апт-верхнемеловые отложения всех изучаемых бассейнов могли генерировать углеводороды уже к началу палеогена: газ — в нижней,

нефть — в средней части разреза. На современном этапе развития бассейнов самые зрелые отложения прогнозируются в море Лаптевых, где на большей части территории они перегреты (рис. 4а).

Палеогеновые породы в настоящее время во всех бассейнах способны генерировать как жидкие, так и газообразные УВ. Максимальная зрелость отмечается в Лаптевоморском бассейне. Зрелость ОВ палеогена соответствует главной зоне нефтеобразования (рис. 4б).

Органическое вещество нижней части неоген-четвертичного комплекса прогрето до уровня «нефтяного окна» в Лаптевоморском бассейне (рис. 4в). Отложения, распространенные в пределах акватории моря Лаптевых, могли генерировать УВ около 5,3 млн лет назад. Показатели степени

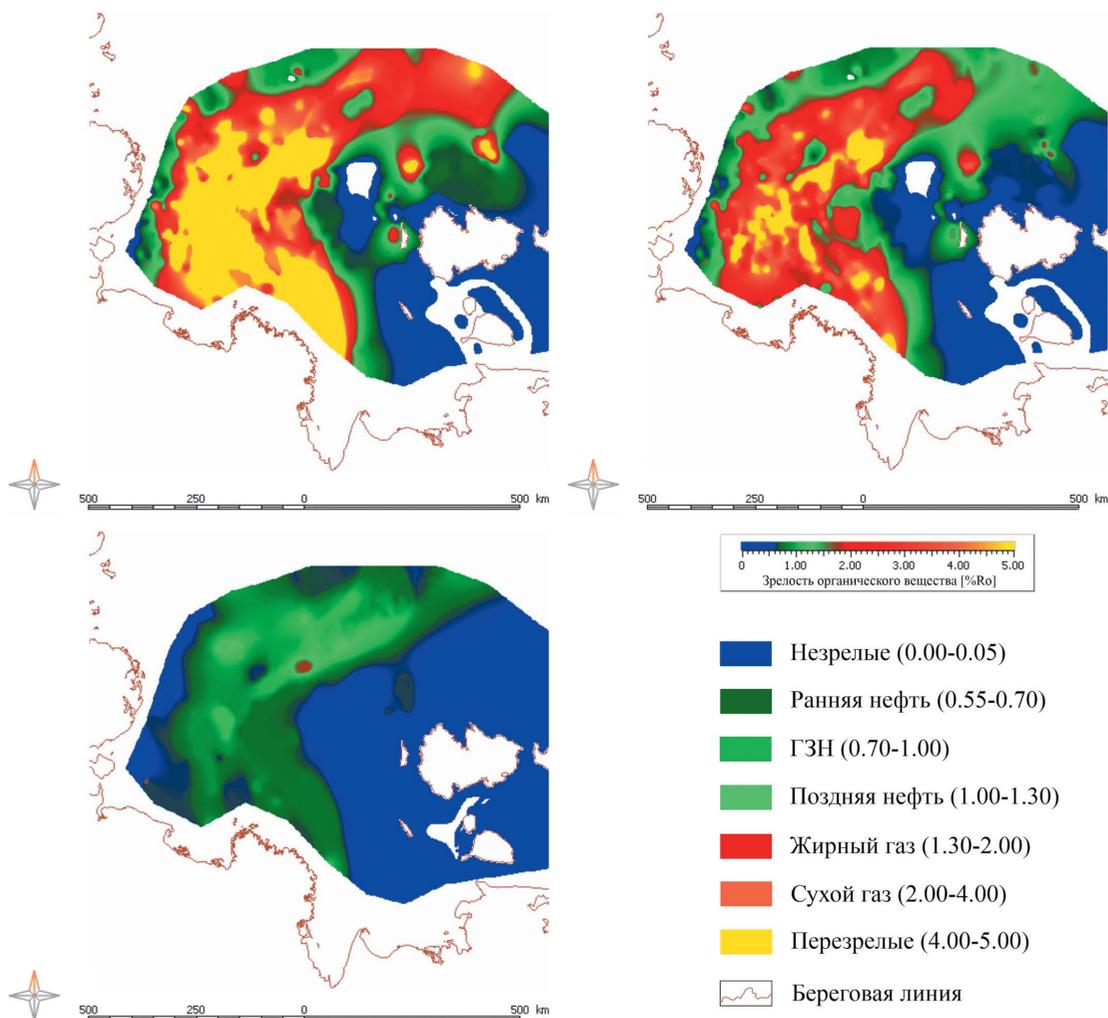
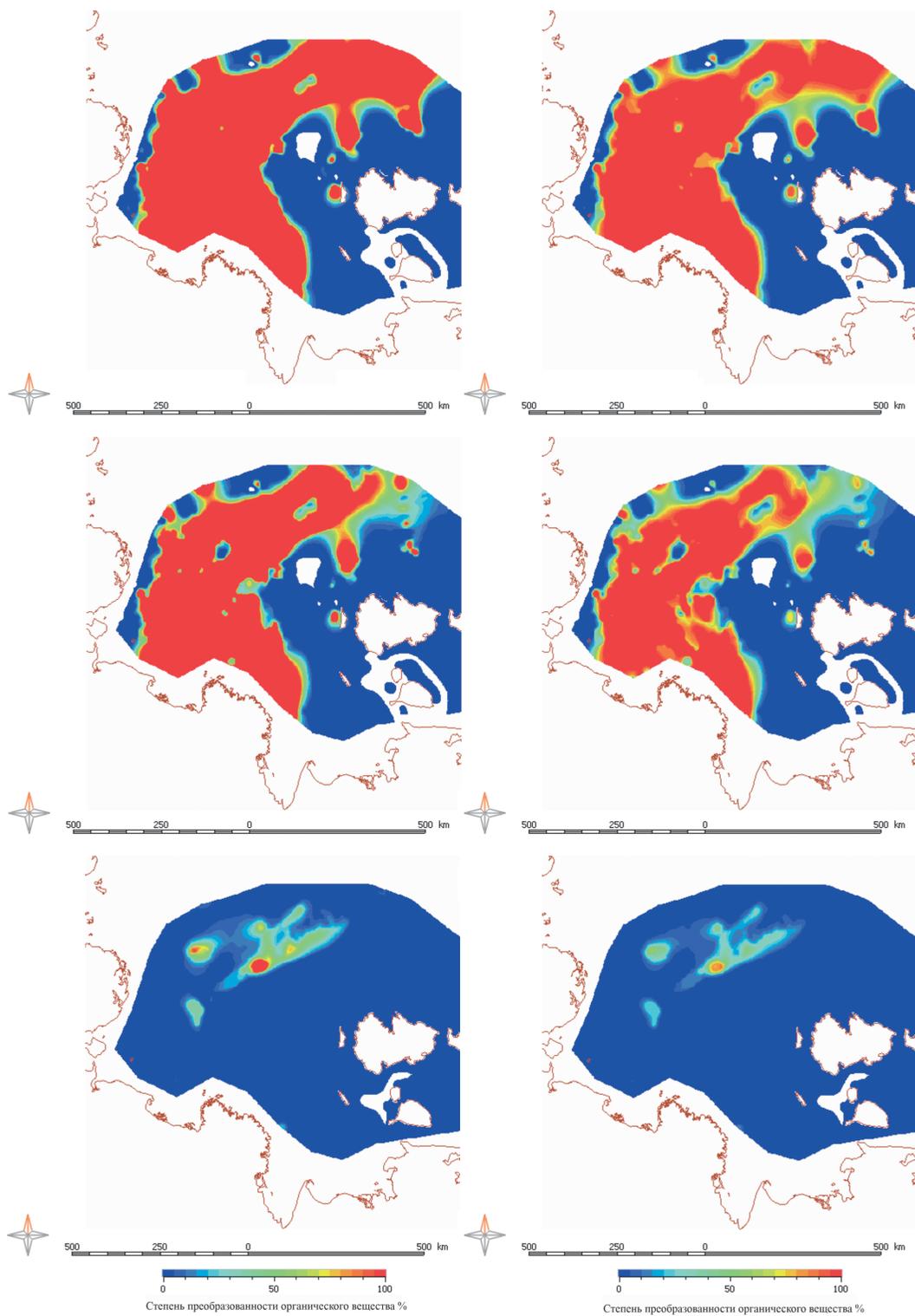


Рис. 4. Распределение отражательной способности витринита ( $R_o$ , %) на современном этапе развития НГМТ: а — апт-познемелового; б — палеогенового; в — неогенового возрастов

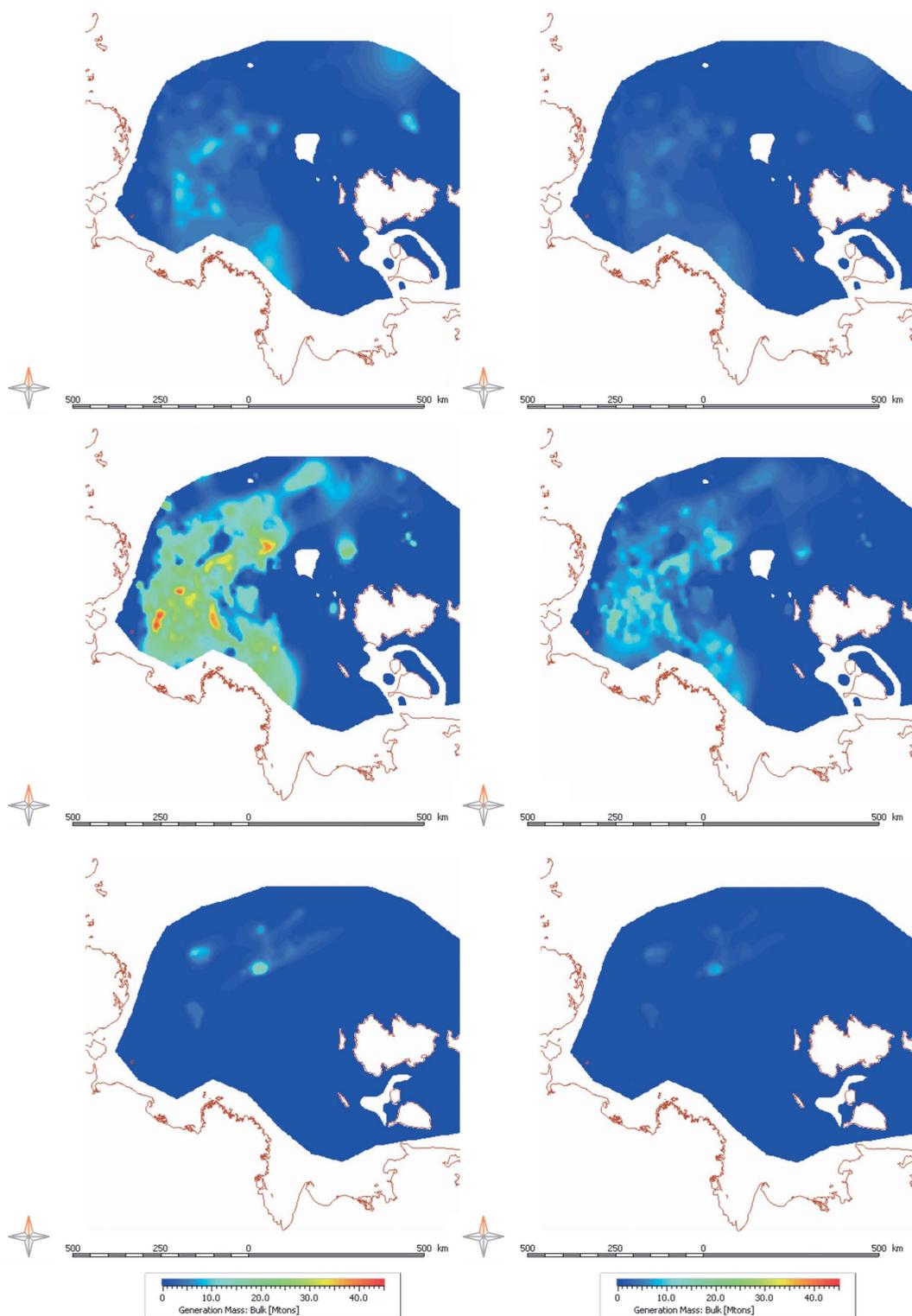
Fig. 4. Distribution of vitrinite reflectance ( $R_o$ , %) at the present stage of development of oil and gas source rock: а — apt-late Cretaceous; б — Paleogene; в — Neogene ages



**Рис. 5.** Распределение степени преобразованности ОВ (TR, %) на современном этапе развития НГМТ для керогена II типа: а — мелового, б — палеогенового и в — неогенового возрастов; для керогена III типа: г — мелового, д — палеогенового и е — неогенового возрастов

**Fig. 5.** Distribution of the degree of transformation of organic matter (TR, %) at the present stage of development of oil and gas parent rocks for kerogen type II: а — Cretaceous, б — Paleogene and в — Neogene ages; for kerogen type III: г — Cretaceous, д — Paleogene and е — Neogene ages

Условия формирования и эволюция нефтегазоматеринских толщ Лаптевской нефтегазоносной провинции



**Рис. 6.** Распределение удельной плотности генерации УВ ( $Q_{ген}$ , млн т УТ/км<sup>2</sup>) на современном этапе развития НГМТ для керогена II типа: а — мелового, б — палеогенового и в — неогенового возрастов; для керогена III типа: г — мелового, д — палеогенового и е — неогенового возрастов

**Fig. 6.** Distribution of the specific density of hydrocarbon generation ( $Q_{gen}$ , million tons of standard fuel / km<sup>2</sup>) at the present stage of development of oil and gas source rocks for kerogen of type II: а — Cretaceous, б — Paleogene and в — Neogene ages; for kerogen type III: г — Cretaceous, д — Paleogene and е — Neogene ages

преобразованности ОВ, удельные плотности генерации и эмиграции УВ, характеризующие гипотетические НГМТ, определяются в том числе и типом керогена. Как уже отмечалось, в условиях существенной неопределенности в части вещественного состава осадочного чехла изучаемых бассейнов в рамках настоящего исследования применен вариативный подход, и моделирование выполнялось в двух вариантах: для керогена II и III типов.

На рисунке 5 приведены карты распределения степени преобразованности меловой НГМТ для керогена второго типа (рис. 5а) и третьего типа (рис. 5г). Видно, что к настоящему времени НГМТ полностью реализовала свой потенциал на большей части территории всех бассейнов вне зависимости от типа керогена. Незначительные отличия отмечаются в бортовых частях прогибов, где НГМТ с керогеном III типа слабее трансформирована.

Для нефтегазоматеринских пород палеогена и неогена влияние типа керогена на степень преобразованности НГМТ значительно, и оно тем больше, чем меньше глубина их залегания и, соответственно, зрелость ОВ (рис. 5б, д и в, е). В целом чем меньше зрелость ОВ, тем меньше реализован генерационный потенциал НГМТ, содержащей III тип керогена. Это особенно заметно при анализе карт степени преобразованности НГМТ отложенный неогена (рис. 5е).

Следует отметить, что распределение показателя TR отражает различия в тектонической эволюции изучаемых осадочных бассейнов и, в частности, скоростей их погружения [13, 14]. В рифтовом бассейне моря Лаптевых скорость погружения в палеогене-неогене обусловила большие объемы накопленных осадков и, как следствие, большую зрелость ОВ и способность НГМТ к генерации и эмиграции углеводородов, чем в соседних бассейнах [12].

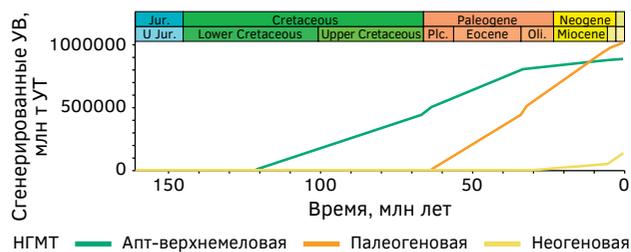
В соответствии с индексом TR в НГМТ распределены удельные плотности генерации и эмиграции

УВ (рис. 6). В меловом комплексе, содержащем II тип керогена, эти показатели составляют порядка 20—30 и 10—15 млн т УТ — для III типа (рис. 6а, г). В Лаптевоморском бассейне в палеогеновом комплексе максимальные удельные плотности генерации и эмиграции (на уровне 25—40 и 15—25 млн т УТ для второго и третьего типов керогена соответственно) ожидаются. Остальные изучаемые бассейны существенно уступают акватории моря Лаптевых как по показателям удельных плотностей, так и по объемам генерации в целом — с учетом площади бассейна, вовлеченной в генерационный процесс (рис. 6б, д). Незначительная генерация углеводородов прогнозируется в неогеновой части разреза в северной части бассейна моря Лаптевых (рис. 6в, е).

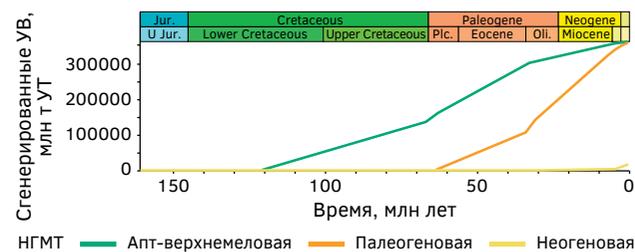
Динамика реализации генерационного и эмиграционного потенциала изученных НГМТ представлена на рисунках 7 и 8. Быстрое погружение и высокие скорости осадконакопления осадочных бассейнов во второй половине мела и палеогене привели к тому, что процессы генерации начались практически сразу после формирования НГМТ. На рубеже мела и палеогена эти процессы в апт-верхнемеловой толще существенно активизируются, а к началу олигоцена замедляются. Для палеогеновой НГМТ отмечается последовательное нарастание генерационно-эмиграционного потенциала. Генерация и эмиграция углеводородов из неогеновой нефтегазоматеринской толщи началась в конце миоцена. В модели с III типом керогена наблюдается аналогичная динамика при существенно меньших объемах сгенерированных УВ.

### Заключение

В Лаптевоморском бассейне основные очаги генерации УВ находятся в палеогеновом и неогеновом комплексах. Области наиболее вероятной аккумуляции углеводородов сохраняются вне



**Рис. 7.** График генерации УВ НГМТ в Лаптевоморском бассейне. Кероген II типа  
**Fig. 7.** Schedule of hydrocarbon generation in oil-gas source rocks in the Laptev Sea basin. Kerogen type II



**Рис. 8.** График генерации УВ НГМТ в Лаптевоморском бассейне. Кероген III типа  
**Fig. 8.** Schedule of hydrocarbon generation in oil-gas source rocks in the Laptev Sea basin. Kerogen type III

зависимости от типа органического вещества. Результаты моделирования отличаются в части соотношения жидких и газообразных УВ в прогнозируемых залежах, — в случае III типа керогена количество газовой составляющей увеличивается.

В Лаптевоморском бассейне кроме прибортовых зон выделяется крупная область в центральной части бассейна, где залежи углеводородов ожидаются на глубинах более 5 км. В палеогеновом комплексе скопления углеводородов прогнозируются преимущественно в центральных частях изученных бассейнов и в меньшей степени — в прибортовых. Глубины залегания перспективных объектов составляют от 5—6 км в центральных частях до 2—3 км — в прибортовых. В неогеновом комплексе скопления УВ ожидаются преиму-

щественно в пределах Лаптевоморского бассейна. В центральной и южной части Лаптевоморского бассейна во всех комплексах вне зависимости от типа керогена ожидаются газовые залежи, что обусловлено повышенным тепловым потоком и, как следствие, высокой степенью преобразованности ОВ нефтегазоматеринских пород.

Анализ полученных результатов показывает, что наиболее перспективным является Лаптевоморский бассейн. Значительный углеводородный потенциал ожидается в клиноформах палеогена Восточной Арктики. В настоящее время этот комплекс недооценен, и для проведения ресурсной оценки требуется дополнительное изучение, включая детальное картирование его внутренне-

## ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас палеогеографических карт шельфов Евразии в мезозое и кайнозое. Т. 1. Llandudno: Robertson Group и ГИН АН СССР, 1992.
2. Белонин М.Д., Григоренко Ю.Н., Маргулис Л.С. и др. Разведочный потенциал Западной Камчатки и сопредельного шельфа. СПб.: «Недра», 2003. 120 с.
3. Гашева И.М., Лопатин Б.Г., Соколов Р.И. Геологическая карта России и прилегающих акваторий. Сост. и подгот. к изд. ВСЕГЕИ в 1983 г.; 1 : 10 000 000. 1995.
4. Двали М.Ф. Геологическое строение Паланского района (западное побережье п-ова Камчатка) // Труды ВНИГРИ. 1957. Вып. 102. 124 с.
5. Жаров А.Э., Королева Н.В., Чуйко Л.С., Степанова Е.В., Кругляк В.Ф., Сергиенко Т.Н. и др. Отчет по результатам геолого-экономической оценки локальных нефтегазоперспективных объектов на шельфах Дальневосточных морей, переоценки ресурсного потенциала УВ и предпроектная подготовка геологической основы конкурсного участка Сахалин-5, -6; оценки прогнозных ресурсов УВ на шельфе Юго-Западного Сахалина». ФГУП «Дальморнефтегеофизика», Южно-Сахалинск, 2003 г. ФГУ НПП «Росгеолфонд», НПП ЦМГД, ФГУ «СахТФГИ».
6. Керимов В.Ю., Кузнецов Н.Б. и др. Отчет «Обосновать районы вероятного углеводородонакопления на шельфе Охотского моря на основе использования современных технологий прогноза нефтегазовых резервуаров» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. Москва, 2014. Российский Федеральный геологический фонд.
7. Ким Б.И., Евдокимова Н.К. Геология и нефтегазоносность Лаптевоморского замыкания Евразийского бассейна // Геология нефти и газа. 2010. № 2. С. 3—10.
8. Лукина Н.В., Макаров В.И., Трифонов В.Г., Волчкова Г.И. Корреляция тектонических событий новейшего этапа развития Земли. М.: Наука, 1985. 174 с.
9. Полудеткина Е.Н. Геохимические предпосылки нефтегазоносности Анадырского бассейна: дис. ... канд. геол.-мин. наук. М., 2007. 150 с.
10. Ситников В.С., Алексеев Н.Н., Аржаков Н.А., Оболкин А.П., Павлова К.А., Севостьянова Р.Ф., Слепцова М.И. О строении и перспективах нефтегазоносности пришельфовых арктических территорий Восточной Якутии // Наука и образование. 2017. № 4. С. 50—59.
11. Щербань О.В. Геохимия органического вещества, нефтей и газов кайнозойских отложений Анадырского, Хатырского и Ямско-Тауйского осадочных бассейнов (в связи с оценкой условий нефтегазообразования): дис. ... канд. геол.-мин. наук. ДНЦ АН СССР. Магадан, 1985.
12. Kerimov, V.Y., Bondarev, A.V., Mustae, R.N. Estimation of geological risks in searching and exploration of hydrocarbon deposits // Neftyanoe Khozyaystvo — Oil Industry. 2017. No 8. P. 36—41.
13. Kerimov V.Yu., Bondarev, A.V., Sizikov, E.A., Sinyavskaya, O.S., Makarova, A.Yu. The conditions of formation and evolution of hydrocarbon systems in Sakhalin shelf, the Sea of Okhotsk // Neftyanoe Khozyaystvo — Oil Industry. 2015. No. 8. P. 22—27.
14. Kerimov V.Yu., Gordadze G.N., Mustae R.N., Bondarev A.V. Formation Conditions of Hydrocarbon Systems on the Sakhalin Shelf of the Sea of Okhotsk Based on the Geochemical Studies and Modeling // Orient J Chem. 2018. No 34(2). P. 934—974.
15. Kerimov V.Yu., Leonov M.G., Osipov A.V., Mustae R.N., Vu Nam Hai. Hydrocarbons in the Basement of the South China Sea (Vietnam) Shelf and Structural-Tectonic Model of their Formations // Geotectonics. 2019. Vol. 52(1). P. 42—59.
16. Sizikov E.A., Kerimov V.Yu., Bondarev A.V., Khosh-taria V.N. Modeling Zone's of Hydrocarbon generation in Sakhalin shelf of Okhotsk Sea Geomodel // 2016 — 18th Science and Applied Research Conference on Oil

## ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

and Gas Geological Exploration and Development.

17. Sømme T.O., Dor´e A.G., Lundin E.R., Tørudbakken B.O. Triassic-Paleogene paleogeography of

the Arctic: Implications for sediment routing and basin fill // AAPG Bulletin. Vol. 102. No. 12 (December 2018). P. 2481—2517.

### REFERENCES

1. Atlas of paleogeographic maps of Eurasian shelves in the Mesozoic and Cenozoic. Chapter 1. Llandudno: Robertson Group and Federal State Budgetary Institution of Science Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, 1992. (In Russian).
2. Belonin M.D., Grigorenko Yu.N., Margulis L.S., et al. Exploration potential of Western Kamchatka and the adjacent shelf. Saint Petersburg: "Nedra", 2003. 120 p. (In Russian).
3. Gasheva I.M., Lopatin B.G., Sokolov R.I. Geological map of Russia and adjacent water areas. Compiled and prepared for publishing by the All-Russian Research Geological Institute in 1983; 1: 10,000,000. 1995. (In Russian).
4. Dvali M.F. Geological structure of the Palansky region (western coast of the Kamchatka Peninsula) // "Proceedings All-Russian Petroleum Research Geological Prospecting Institute. 1957. Issue 102. 124 p. (In Russian).
5. Zharov A.E., Koroleva N.V., Chuiko L.S., Stepanova E.V., Kruglyak V.F., Sergienko T.N., et al. Report on the results of geological and economic assessment of local oil and gas promising objects on the shelves of the Far Eastern seas, reassessment of hydrocarbon resource potential and pre-tender preparation of the geological basis of the Sakhalin-5, -6 competitive site; assessment of predicted hydrocarbon resources on the shelf of South-West Sakhalin. Federal state unitary enterprise «Dalmorneftegeofizika», Yuzhno-Sakhalinsk, 2003. Federal state unitary research and production enterprise «Rosgeolfond», Research and Production Enterprise Center for Marine Geological and Geophysical Data, Federal State Institution "Sakhalin Territorial Fund of Geological Information". (In Russian).
6. Kerimov V.Yu., Kuznetsov N.B., et al. Report "Substantiate areas of probable hydrocarbon accumulation on the shelf of the Okhort Sea based on the use of modern oil and gas forecasting technologies" Gubkin Russian State University of Oil and Gas. Moscow, 2014. Russian Federal Geological Fund. (In Russian).
7. Kim B.I., Evdokimova N.K. Geology and oil and gas potential of the Laptev Sea closure of the Eurasian basin. Geology of oil and gas. 2010. No. 2. P. 3—10. (In Russian).
8. Lukina N.V., Makarov V.I., Trifonov V.G., Volchkova G.I. Correlation of tectonic events of the newest stage of the Earth's development. Moscow: Science, 1985. 174 p. (In Russian).
9. Poludetkina E.N. Geochemical prerequisites for the oil and gas content of the Anadyr basin. Dissertation for the degree of Cand. geol.-min. sciences. Moscow, 2007. 150 p. (In Russian).
10. Sitnikov V.S., Alekseev N.N., Arzhakov N.A., Obolkin A.P., Pavlova K.A., Sevostyanova R.F., Sleptsova M.I. About the structure and prospects of oil and gas content of the offshore Arctic territories of Eastern Yakutia // Science and Education. 2017. No. 4. P. 50—59. (In Russian).
11. Shcherban O.V. Geochemistry of organic matter, oils and gases of the Cenozoic sediments of the Anadyr, Khatyr and Yamsk-Taui sedimentary basins (in connection with the assessment of the conditions of oil and gas formation). Dissertation for the scientific degree of candidate of geological and mineralogical sciences. Dagestan Scientific Center of the Academy of Sciences of the Union of Soviet Socialist Republics Magadan, 1985. (In Russian).
12. Kerimov, V.Y., Bondarev, A.V., Mustaev, R.N. Estimation of geological risks in searching and exploration of hydrocarbon deposits // Neftyanoe Khozyaystvo — Oil Industry. 2017. No 8. P. 36—41.
13. Kerimov V.Yu., Bondarev, A.V., Sizikov, E.A., Sinyavskaya, O.S., Makarova, A.Yu. The conditions of formation and evolution of hydrocarbon systems in Sakhalin shelf, the Sea of Okhotsk // Neftyanoe Khozyaystvo — Oil Industry. 2015. No. 8. P. 22—27.
14. Kerimov V.Yu., Gordadze G.N., Mustaev R.N., Bondarev A.V. Formation Conditions of Hydrocarbon Systems on the Sakhalin Shelf of the Sea of Okhotsk Based on the Geochemical Studies and Modeling // Orient J Chem. 2018. No 34(2). P. 934—947.
15. Kerimov V.Yu., Leonov M.G., Osipov A.V., Mustaev R.N., Vu Nam Hai. Hydrocarbons in the Basement of the South China Sea (Vietnam) Shelf and Structural-Tectonic Model of their Formations // Geotectonics. 2019. Vol. 52(1). P. 42—59.
16. Sizikov E.A., Kerimov V.Yu., Bondarev A.V., Khosh-taria V.N. Modeling Zone's of Hydrocarbon generation in Sakhalin shelf of Okhotsk Sea Geomodel // 2016 — 18th Science and Applied Research Conference on Oil and Gas Geological Exploration and Development.
17. Sømme T.O., Dor´e A.G., Lundin E.R., Tørudbakken B.O. Triassic-Paleogene paleogeography of the Arctic: Implications for sediment routing and basin fill // AAPG Bulletin. Vol. 102. No. 12 (December 2018). P. 2481—2517.

## ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Керимов В.Ю. — внес основной вклад в разработку концепции статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Щербина Ю.В. — присоединилась к подготовке текста статьи, оформила и выполнила перевод статьи на английский язык и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Иванов А.А. — присоединился к подготовке текста статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Vagif Yu. Kerimov — made the main contribution to the development of the concept of the article, finally approved the published version of the article and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

Yulia V. Shcherbina — joined the preparation of the text of the article, designed and performed the translation of the article into English and agrees to take responsibility for all aspects of the work.

Andrey A. Ivanov — joined the preparation of the text of the article and agrees to take responsibility for all aspects of the work

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Керимов Вагиф Юнусович** — доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН, заведующий кафедрой геологии и разведки месторождений углеводородов ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»  
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия  
e-mail: [kerimovvy@mgri.ru](mailto:kerimovvy@mgri.ru)  
тел.: +7 (495) 461-37-77, доб. 21-12  
SPIN: 9696-1364  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9485-8208>

**Vagif Yu. Kerimov** — Dr. of Sci. (Geol.-Min.), Prof., academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Head of the Department of Geology and Exploration of Hydrocarbon Deposits Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting  
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia  
e-mail: [kerimovvy@mgri.ru](mailto:kerimovvy@mgri.ru)  
tel.: +7 (495) 461-37-77, add. 21-12  
SPIN: 9696-1364  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9485-8208>

**Щербина Юлия Витальевна\*** — ведущий специалист управления фундаментальных и прикладных научных исследований ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»  
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия  
e-mail: [scherbinauv@mgri.ru](mailto:scherbinauv@mgri.ru)  
тел.: +7 (915) 024-93-03  
SPIN: 3225-9373  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0055-7979>

**Yulia V. Shcherbina\*** — leading specialist in the Department of fundamental and applied scientific research, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting  
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia  
e-mail: [scherbinauv@mgri.ru](mailto:scherbinauv@mgri.ru)  
tel.: +7 (915) 024-93-03  
SPIN: 3225-9373  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0055-7979>

**Иванов Андрей Александрович** — декан факультета геологии и геофизики нефти и газа, ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»  
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия  
e-mail: [ivanovaa@mgri.ru](mailto:ivanovaa@mgri.ru)  
тел.: +7 (926) 388-85-04  
SPIN: 9977-2363  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5294-8878>

**Andrey A. Ivanov** — head of the Faculty of Geology and Geophysics of Oil and Gas, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting  
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia  
e-mail: [ivanovaa@mgri.ru](mailto:ivanovaa@mgri.ru)  
tel. +7 (926) 388-85-04  
SPIN: 9977-2363  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5294-8878>

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО СУДОХОДСТВА НА РУСЛОВОМ УЧАСТКЕ ВОЛГИ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.А. МАМАЕВ\*, С.В. КОЗЛОВСКИЙ, А.А. ЯСТРЕБОВ

ФГБУН «Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева» Российской академии наук  
13, Уланский переулоч, стр. 2, а/я 145, г. Москва 101000, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** В структуре Единой глубоководной системы водных путей европейской части Российской Федерации рассматривается русловой участок р. Волги между городами Городец и Нижний Новгород с порогами, которые ограничивают параметры судового хода крупнотоннажных судов.

**Цель.** Обоснование необходимости разработки проектных решений, обеспечивающих устойчивое судоходство на данном лимитирующем участке реки в течение всего навигационного периода.

**Материалы и методы.** Анализ инженерно-геологических и геоэкологических условий района, включающего лимитирующий русловой участок Волги.

**Результаты.** Дается характеристика инженерно-геологических и геоэкологических условий района. Приводится краткое описание отдельных проектных предложений, в том числе двух приоритетных проектов строительства: низконапорного гидроузла и судоходного канала со сравнительной оценкой природно-техногенных факторов, возникающих при их реализации.

**Заключение.** Важным этапом развития Единой глубоководной системы водных путей европейской части РФ должна стать реализация проекта строительства канала Волго-Дон 2 для пополнения стока р. Дон из Волги с целью улучшения условий судоходства, гидромелиорации земель, водоснабжения населенных пунктов, выработки электроэнергии.

**Ключевые слова:** глубоководная система водных путей, лимитирующий участок Волги, инженерно-геологические условия, полигоны отходов, экологическая обстановка, низконапорный гидроузел, судоходный канал

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Мамаев Ю.А., Козловский С.В., Ястребов А.А. Геоэкологическое обоснование проекта обеспечения устойчивого судоходства на русловом участке Волги в Нижегородской области. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка.* 2020;63(3):60—68. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-60-68>

Статья поступила в редакцию 02.05.2020

Принята к публикации 02.11.2020

Опубликована 09.11.2020

\* Автор, ответственный за переписку

## GEOECOLOGICAL JUSTIFICATION OF A PROJECT OF SUSTAINABLE SHIPPING ON A VOLGA CHANNEL SECTION IN THE NIZHNY NOVGOROD REGION

YURI A. MAMAEV\*, SERGEY V. KOZLOVSKY, ALEXEY A. YASTREBOV

*Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS  
13, Ulanskiy lane, build. 2, PO Box 145, Moscow 101000, Russia*

### ABSTRACT

**Background.** The Volga river channel with rapids limiting the navigation parameters of large-tonnage vessels between the cities of Gorodets and Nizhny Novgorod is considered in the structure of the Unified deep-water system of waterways of the European part of the Russian Federation.

**Aim.** To justify the need to develop design solutions providing sustainable navigation in the limiting river section under study during the entire navigation period.

**Materials and methods.** An analysis of engineering-geological and geocological conditions of the region, including a limiting channel section of the Volga.

**Results.** The engineering-geological and geocological conditions of the region were characterized. A brief description of individual project proposals, including two priority construction projects, a low-pressure hydroelectric unit and a ship canal, was provided with a comparative assessment of natural and man-made factors arising during their implementation.

**Conclusion.** The implementation of the project for the construction of the Volgo-Don 2 canal should be an important stage in the development of the Unified deep-water system of waterways in the European part of the Russian Federation. It will replenish the Don River from the Volga in order to improve navigation conditions, land irrigation, water supply to settlements, and power generation.

**Keywords:** deep-water system of waterways, limiting section of the Volga, geotechnical conditions, waste landfills, ecological situation, low-pressure hydroelectric unit, ship canal.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**Financial disclosure:** no financial support was provided for this study.

**For citation:** Mamaev Yu. A., Kozlovsky S.V., Yastrebov A. A. Geocological justification of a project of sustainable shipping on a Volga channel section in the Nizhny Novgorod region. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2020;63(3):60—68. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-60-68>

*Manuscript received 02 May 2020*

*Accepted 02 November 2020*

*Published 09 November 2020*

\* Corresponding author

Идея создания Единой глубоководной системы (ЕГС) водных путей европейской части РФ реализуется уже более 50 лет. Система предназначена для связи бассейнов Белого, Балтийского, Каспийского, Черного и Средиземного морей. Она имеет международное значение, обеспечивая транспортный коридор «Север—Юг» между Европой, Азией и Ближним Востоком (рис. 1). Общая протяженность ЕГС — 6,5 тыс. км. Возможен вариант ее увеличения за счет строительства суходонного канала «Евразия» протяженностью

650 км от Дагестанского побережья Каспийского моря до Таганрогского залива Азовского моря по землям Северного Предкавказья с целью обеспечения выхода судов прикаспийских государств в другие моря и океаны. Важным звеном глубоководной системы является река Волга, которая должна обеспечивать грузопотоки в объеме до 30—34 млн тонн/год, а сейчас обеспечивает около 5 млн тонн/год. Кроме климатических, экономических, организационных и логистических трудностей это обусловливается сложным русловым



Рис. 1. Схема единой глубоководной системы водных путей европейской части РФ  
 Fig: 1. Diagram of a unified deep-water system of waterways European part of the Russian Federation

участком реки от Горьковской (Нижегородской) ГЭС (Городецкие шлюзы) до г. Нижний Новгород (Сормовский район) протяженностью 54 км, имеющим 16 участков порогов (перекатов) [3]. Процессы эрозии и аккумуляции на данном порожистом участке русла приводят к формированию мелей, которые затрудняют условия проводки крупнотоннажных судов.

### **Инженерно-геологические и геозоологические условия района, включающего лимитирующий русловый участок Волги**

По схеме инженерно-геологического районирования Восточно-Европейской платформы рассматриваемый спрямленный субмеридиональный участок долины Волги расположен на западной окраине Волго-Уральской антеклизы, представляющей собой приподнятую денудационную равнину, расчлененную сетью рек, оврагов и балок. Долина реки на данном отрезке имеет преимущественно корытообразную форму и ширину до 9—10 км. Русло реки здесь имеет ширину от 700 до 1000 м и глубину до 3—3,5 м [5]. Абсолютные отметки поверхности воды в реке в летне-осенний период — 65—67 м. Ширина левобережной и правобережной пойм по 4 км, за исключением верхней северной части долины, прилегающей к г. Городец, где левый берег высокий, а левобережная пойма узкая. Поймы слабо наклонены в сторону русла реки и имеют абсолютные отметки поверхности от 68 до 70 м. Коренные берега сравнительно высокие — до 110 м. Фрагменты низких террас реки вблизи коренных склонов имеют отметки 73—77 м. Широкая правобережная пойма освоена, заселена, имеет сети транспортного сообщения, промышленные объекты. Левобережная пойма Волги на данном участке не освоена и представляет собой сплошные неудобья с мелким гривисто-западинным заболоченным рельефом, изрезанным многочисленными вытянутыми параллельно реке узкими старицами, образовавшимися на месте ее старого русла. Долина реки имеет переуглубление от 25 до 90 м плиоценового возраста, заполненное четвертичными отложениями, преимущественно песчаного состава, за исключением верхней части участка, прилегающей к г. Городцу, где в русле встречаются полускальные породы верхнепермского возраста, представленные мергелями и твердыми глинами с прослоями алевролитов и мелкозернистых песчаников. Отложения пойм и низких террас представлены мелкозернистыми и пылеватыми песками с маломощными (0,1—0,3 м) прослоями суглинков и супесей. Вниз по геологическому разрезу пески становятся

средне- и крупнозернистыми с включениями гравия и редкой гальки. Отложения проницаемые, размокающие и легко размываемые [5]. Гидрогеологические условия района характеризуются близким залеганием к дневной поверхности грунтовых вод от 0,3—0,5 до 1,5—2,0 м, общим направлением их стока в сторону русла реки, наличием подтопленных участков, в том числе в пределах селитебных и промышленных зон. На правом берегу речной долины на поверхности низких аллювиальных террас располагаются обширные поля торфяников, выработанные участки которых находятся в затопленном состоянии. Фильтрация из них направлена в сторону русла Волги. Активными экзогенными процессами на данной территории являются: береговая и русловая эрозия, суффозия и склоновые процессы на уступах надпойменных террас. Геозоологическая обстановка на рассматриваемой территории, особенно в правобережной части долины, оценивается как неблагоприятная, что вызывает социальную напряженность населения района. Это обусловлено размещением здесь полигонов с отходами производства и потребления, в том числе опасных отходов с химических предприятий г. Дзержинска, Кстовского нефтеперерабатывающего завода, металлургических предприятий г. Выкса, а также твердых коммунальных отходов [5]. Данные полигоны расположены между обширными торфяными полями и руслом Волги, что обуславливает попадание фильтрата из свалочных толщ в грунтовые воды и далее в реку. Этому способствуют и долины малых рек (Черная, Теплая, Железница и другие), прорезающие поверхность правобережной поймы и впадающие в Волгу. Неблагополучно обстоят дела с очисткой и утилизацией жидких отходов. Из-за отсутствия инженерных водоотводящих сетей и очистных сооружений, а при их наличии в связи с изношенностью и аварийностью, часты случаи выпуска жидких отходов на рельеф с образованием прудов-отстойников или загрязненных болот, фильтрат из которых также попадает в Волгу. Загрязнение воды и донных осадков Волги на данном участке русла пока не столь заметно из-за его проточного режима. Но при строительстве здесь низконапорного гидроузла с водохранилищем данное обстоятельство станет угрозой для местного водоснабжения населенных пунктов и предприятий.

### **Варианты решений по обеспечению устойчивого судоходства на лимитирующем участке Волги**

С 1956 г. уровень воды в нижнем бьефе Нижегородского гидроузла упал на 1,3 м, что существенно осложняет условия судоходства

на рассматриваемом участке. Это обусловлено эрозией русла реки и постоянно проводимыми дноуглубительными работами, приводящими к посадке уровня воды в реке. В связи с этим рассматриваются несколько вариантов проектных предложений, нацеленных на создание и поддержание нормальных судоходных условий с гарантированными глубинами 4,0 м в течение всего навигационного периода. Наиболее перспективными из них являлись:

— повышение уровня воды на порогах нижней ступени Нижегородского шлюза путем устройства водостеснительных (обжимающих) искусственных береговых сооружений на северном участке реки от г. Городец до г. Балахна [5];

— строительство третьей дополнительной нитки нижней ступени Городецких шлюзов Горьковского гидроузла, совмещенное с оптимизацией режимов работы Рыбинского и Горьковского водохранилищ и проведением дноуглубительных работ в русле реки на рассматриваемом участке [2];

— реконструкция нижней ступени Городецких шлюзов в составе Горьковского гидроузла, совмещенная с оптимизацией режимов работы Рыбинского и Горьковского водохранилищ и дополненная дноуглубительными работами в подходном канале, а также на прилегающем к нему участке русла Волги (в ограниченном объеме и без изъятия аллювия из русла реки) [1].

Данные предложения не решают проблему в целом. Одни предложения обеспечивают нормальные условия судоходства только на нижней ступени шлюзов, а в русле реки нет, другие малоэффективны и носят временный характер. В частности, по мнению разработчиков проекта строительства Багаевского гидроузла на р. Дон, в составе той же Единой глубоководной системы водных путей европейской части РФ: «...достичь требуемых параметров (габаритов) пути только проведением капитальных и ежегодных дноуглубительных работ и попусками сток гидроузлов невозможно. Это ведет к посадке уровня воды, и, как следствие, к нарушению работы водохозяйственных объектов» [5]. Данная мера дорогая и временная.

Одним из приоритетных вариантов обеспечения нормальных условий судоходства на этом участке реки является проект строительства Нижегородского низконапорного гидроузла с отметкой нормально подпорного уровня (НПУ) — 68 м [5]. Выбранный участок створа плотины гидроузла расположен в 41 км вниз по течению реки от створа Горьковской ГЭС (г. Городец),

на границе Балахнинского муниципального района и Сормовского района Нижнего Новгорода. Проект гидроузла типичный для условий строительства на равнинных реках, включающий: низконапорную земляную русловую плотину с участком бетонной шестнадцатипролетной водосбросной плотины; две нитки бетонных судоходных шлюзов, безнапорную земляную дамбу, эстакаду и автомобильный мост. Ширина реки на участке створа гидроузла через остров Ревяцкий 600 м, а рукава реки-ручья Никольский — около 100 м. Общая протяженность гидротехнических сооружений низконапорного гидроузла около 5 км. Расчетный напор на сооружения гидроузла — до 10 м. Средний напор 3 м с амплитудой колебания уровня воды 0,5—0,7 м. Проектируемое в составе гидроузла водохранилище будет иметь длину 41 км и ширину от 0,7 до 1,5 км с НПУ — 68 м. Это должно обеспечивать необходимую для нормального судоходства глубину 4 м на нижнем шлюзе Нижегородской ГЭС. Данный проект характеризуется положительными и отрицательными природно-техногенными факторами (табл. 1).

Большинство гидроузлов на Волге имеют комплексное назначение, а данный объект предназначен только для обеспечения судоходства. Из-за малой глубины и объема водохранилища срок его службы как части ЕГС будет небольшим в связи с заилением.

Негативных факторов много. В связи с этим актуальным представляется заключение Научного совета РАН по геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии от 11 сентября 2015 г., в котором говорится о том, что: «среди проектных решений предпочтительнее выглядят варианты, обеспечивающие сохранение сложившейся экосистемы проточного участка Волги, судоходство в нижнем бьефе Городецких шлюзов, и предполагающие обустройство зоны влияния Чебоксарского водохранилища при его НПУ 63 м и не предполагающие строительства новых гидроузлов и повышения отметок водохранилищ — существующих гидроузлов» [4].

Факторы отрицательного воздействия возможного строительства гидроузла на природные и социально-экономические условия района заставляют задуматься о целесообразности реализации предложенного проекта строительства Нижегородского низконапорного гидроузла, а также над альтернативными вариантами решения проблемы устойчивого судоходства. Выше говорилось, что добиться требуемых параметров водного пути (глубины 4 м на всем русловом участке реки)

**Таблица 1.** Положительные и отрицательные факторы проектируемого гидроузла  
**Table 1.** Positive and negative factors of the projected hydroelectric complex

| Проект   | Плюсы  | Минусы  |
|--|--|---|
| Нижнегородский гидроузел с водохранилищем  | Временное решение проблемы устойчивого судоходства | Землеотвод под сооружения ГУ составит 476,5 га  |
|  |  | Срезка почвенно-растительного слоя объемом около 464 тыс. м <sup>3</sup>  |
|  |  | В сооружениях ГУ будет использовано до 9,5 млн м <sup>3</sup> строительных грунтов, такой значительный объем необходимо где-то брать  |
|  |  | Произойдет изменение ландшафтных условий (гибель растительного покрова, изменения биоценозов и агроценозов)   |
|  |  | Площадь затопленных земель составит 5,2 тыс. га   |
|  |  | Нарушатся режимы поверхностного и подземного стоков   |
|  |  | Активизируются процессы: русловой эрозии, переработки берегов, суффозионно-карстовые и склоновые. Прогнозируется отступление береговой линии проектируемого водохранилища на 15—50 м  |
|  |  | Подпор водохранилища распространится на расстояния: по левому берегу — 1,1—2,3 км; по правому берегу — 1,7—3,5 км. Это вызовет подтопление и заболачивание территорий на площади 2,7 тыс. га, в т. ч. в 17 населенных пунктах                                 |
|  |  | На правом берегу Волги подпор приблизится к полигонам промышленных токсичных отходов и ТКО, расположенных вблизи затопленных выработок торфоразработок. Это повысит риск загрязнения Волги — источника местного водоснабжения                                 |
|  |  | Проточный русловой режим реки будет нарушен. Весьма вероятно накопление донных наносов, заиление водохранилища, цветение воды, ухудшение ее качества, что отразится на снижении качества жизни населения прилегающих территорий с возможным оттоком населения |
| Планируются значительные объемы постоянных работ по берегоукреплению, дноуглублению в связи с быстрым заиливанием ложа водохранилища, созданию систем дренажа и сооружений инженерной защиты |  |   |
| Не решаются вопросы мелиорации земель, энергетики, водоснабжения, сохранения и развития рыбного хозяйства  |  |   |

проведением ежегодных дноуглубительных работ и попусками стоков гидроузлов невозможно, так как это ведет к посадке уровня воды и, как следствие, к нарушению работы водохозяйственных объектов и самих шлюзов.

#### Вариант строительства судоходного канала

Для обеспечения долговременного надежного судоходства на данном участке долины Волги и сохранения сложившейся экосистемы района в качестве альтернативного варианта авторами предлагается вариант строительства судоходного канала с гидроизоляцией и бетонной облицовкой (типа наполняемой и сливаемой, при необходимости, ванны), проходящего по широкой левобережной пойме и старому руслу Волги (рис. 2). Протяженность канала может составить 50 км, глубина 5,5 м, ширина 30—35 м со швартовочными (одновременно разворотными) «карманами» для пропуска встречных судов, с тремя шлюзами:

Городецкий (нижний Городецкий шлюз), Балахинский или Срединный (на траверзе г. Балахна), Сормовский в районе острова Ревяжский. Канал трассируется по прямой линии параллельно спрямленному участку долины р. Волги от г. Городец до г. Нижний Новгород по левобережной широкой поверхности поймы в песчаных легко разрабатываемых грунтах. При строительстве канала на данной неосвоенной территории не будет проблем, связанных с застройкой земли, сложными геологическими условиями, наличием инженерных коммуникаций и дорог. Гидродинамический режим водной массы в канале (глубина, скорость течения воды) будет легко контролируемым и управляемым. В зимнее время воду в канале можно сделать незамерзающей, проложив на дне канала вдоль оснований боковых стенок перфорированные трубы и пустив в них сжатый воздух. Пузырьки воздуха, поднимаясь на поверхность воды, не дают ей замерзнуть даже в сильные морозы. Это позволит



Рис. 2. Схема района предполагаемого строительства  
Fig. 2. Scheme of the area of the proposed construction

наладить надежное круглогодичное водное сообщение между городами Нижний Новгород и Городец. В районе г. Балахна или острова Ревякский возможна реализация проекта строительства (на предполагаемой федеральной трассе) автомобильного моста, пересекающего долину Волги с руслом реки и судоходным каналом. Это значительно снизит объемы автотранспортных транзитных перевозок через г. Нижний Новгород; улучшит экологическую ситуацию в городе. Характеристика условий при реализации предлагаемого варианта строительства судоходного канала приведена в таблице 2.

Исходя из экспертной оценки стоимости строительства канала «Евразия» между Азовским и Каспийским морями в регионе Северного Предкавказья, стоимость строительства 1 км канала в близких геологических условиях составляет 538 млн руб. Следовательно, стоимость строительства канала Городец — Нижний Новгород будет около 27 млрд руб. Если отталкиваться от стоимости строительства 1 км метрополитена мелкого заложения со станционным

комплексом (4,5 млрд руб./км), с учетом понижающих коэффициентов на отсутствие станций, кровли, путей, электрических кабелей и другой инженерной инфраструктуры, ориентировочная стоимость строительства канала составит 40 млрд руб. По-видимому, это и будут границы диапазона стоимостных оценок строительства данного канала. Примерные сроки строительства канала 1,5—2 года с учетом зимних периодов и второй категории сложности инженерно-геологических условий участка строительства.

Следует отметить, что в XX веке с менее развитыми технологиями строительства в европейской части РФ были построены судоходные каналы: Беломоро-Балтийский протяженностью 220 км, Волго-Донской — 101 км, канал им. Москвы — 128 км и другие. Построенная в наше время ровная лента Нижегородского судоходного канала будет не только способствовать решению важной народно-хозяйственной задачи — обеспечению долговременного и устойчивого судоходства на сложном участке реки, но и украсит неудобную гривисто-западинную заболоченную

**Таблица 2.** Условия реализации предполагаемого варианта строительства канала  
**Table 2.** Conditions for the implementation of the proposed variant of the canal construction

| Проект  | Плюсы   | Минусы  |
|---|---|---|
| Судоходный канал  | Обеспечение устойчивого долговременного (50 и более лет) судоходства  | Ограниченное воздействие на природные условия участка левобережной поймы в период строительства |
|   | Сохранение сложившейся экосистемы района. Недопущение процессов затопления и подтопления территорий, активизации эрозионных процессов                           |   |
|   | Сохранение экологических условий эксплуатации полигонов промышленных и коммунальных отходов   |   |
|   | Развитие автодорожной инфраструктуры района и его экономики. Снижение транспортного потока через г. Нижний Новгород   |   |
|   | Участие в строительстве промышленных предприятий Н. Новгорода (ЖБИ, бетон, асфальт)   |   |
|   | Создание дополнительных рабочих мест на предприятиях, строительстве и обслуживании канала   |   |
|   | Не потребуются использование запасов местных месторождений строительных материалов. Песок для бетона, насыпей (возможно, моста) берется с участка строительства |   |
| Предпосылки комплексного развития территории (водоснабжение, мелиорация, рыбоводство и др.) |   |   |

поверхность левобережной поймы Волги, которая, когда-то являлась ее старым руслом.

Представляется очевидным, что дальнейшим важным этапом развития Единой глубоководной системы водных путей европейской части РФ

должна стать реализация проекта строительства канала Волго-Дон 2 для пополнения стока р. Дон из Волги с целью улучшения условий судоходства, гидромелиорации земель, водоснабжения населенных пунктов, выработки электроэнергии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каменский С.Б., Чуразов А.Г. Сохранение проточного участка в Нижегородском Приволжье — важный шаг к возрождению Волги // Астраханский вестник экологического образования. 2017. № 1 (39). С. 110—121.
2. Кривошей В.А. О регулировании режимов работы водохранилищ // Астраханский вестник экологического образования. 2015. № 4 (34). С. 116—124.
3. Орехов В.Ф. Об экологических проблемах Волжского бассейна и путях их решения // Труды 3-й всероссийской научной конференции «Проблемы экологии Волжского бассейна». 2018. Вып. 1. С. 1—13. (in Russian).
4. Протокол заседания Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии от 11.09.2015 г. 14 с.
5. Сводные материалы проектной документации и дополнительных инженерных изысканий по объекту: «Строительство Нижегородского низконапорного гидроузла. 1-й этап», выполненных по государственному контракту № 43 от 31.05.2017 г. // ФБУ «Администрация волжского бассейна», ООО «Техтрансстрой», 2018.

## REFERENCES

1. Kamenskij S.B., Churazov A.G. Maintaining the natural state of the flow of the Volga in Nizhny Novgorod — an important step towards the revival of the Volga // Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovanija, 2017, vol. 39, no. 1, pp. 110—121 (in Russian).
2. Krivoshej V.A. Regulations for water reservoir operation // Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovanija, 2015, vol. 34, No. 4, pp. 116—124 (in Russian).
3. Orehov V.F. Ob jekologicheskikh problemah Volzhskogo bassejna i putjah ih reshenija// Trudy 3-j vserossijskoj nauchnoj konferencii «Problemy jekologii Volzhskogo bassejna». Vypusk 1, 2018. pp. 1—13 (in Russian).
4. Osipov V.I. Protokol zasedanija Nauchnogo soveta RAN po problemam geojekologii, inzhenernoj geologii i gidrogeologii ot 11.09.2015 g. 14 p. (in Russian).
5. Svodnye materialy proektnoj dokumentacii i dopolnitel'nyh inzhenernyh izyskanij po ob#ektu: Stroitel'stvo Nizhegorodskogo nizkonapornogo gidrouzla. 1-j jetap», vypolnennyh po gosudarstvennomu kontraktu No. 43 ot 31.05.2017g. // FBU Administracija volzhskogo bassejna, ООО «Tehtransstroj», 2018. (in Russian).

ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Мамаев Ю.А. — разработал концепцию статьи, подготовил текст статьи, провел анализ данных, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Козловский С.В. — внес вклад в разработку концепции статьи, подготовил текст статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Ястребов А.А. — внес вклад в разработку концепции статьи, подготовил текст статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Yuri A. Mamaev — developed the article concept, prepared the text, conducted a data analysis, approved the final version of the article, and accepted the responsibility for all aspects of the work.

Sergey V. Kozlovsky — contributed to the development of the concept of the article, prepared the text of the article, finally approved the published version of the article, and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

Alexey A. Yastrebov — contributed to the development of the concept of the article, prepared the text of the article, finally approved the published version of the article, and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Мамаев Юрий Александрович\*** — кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУН «Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева» Российской академии наук (ИГЭ РАН).

13, Уланский переулок, стр. 2, а/я 145, г. Москва 101000, Россия

e-mail: [direct@geoenv.ru](mailto:direct@geoenv.ru)

SPIN-код: 8189-2831

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7018-5405>

Scopus Author ID: 54888944700

**Yuri A. Mamaev\*** — Cand. of Sci. (Geol.-Min.), Leading Researcher Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS (IEG RAS).

13, Ulanskiy lane, build. 2, PO Box 145, Moscow 101000, Russia

e-mail: [direct@geoenv.ru](mailto:direct@geoenv.ru)

SPIN: 8189-2831

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7018-5405>

Scopus Author ID: 54888944700

**Козловский Сергей Викторович** — доктор геолого-минералогических наук, заместитель директора по научной работе ФГБУН «Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева» Российской академии наук (ИГЭ РАН).

13, Уланский переулок, стр. 2, а/я 145, г. Москва 101000, Россия

e-mail: [direct@geoenv.ru](mailto:direct@geoenv.ru)

SPIN-код: 4870-6857

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5064-4109>

**Sergey V. Kozlovsky** — Dr. of Sci. (Geol.-Min.), Deputy Director for Research of the Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS (IEG RAS).

13, Ulanskiy lane, build. 2, PO Box 145, Moscow 101000, Russia

e-mail: [direct@geoenv.ru](mailto:direct@geoenv.ru)

SPIN: 4870-6857

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5064-4109>

**Ястребов Алексей Александрович** — научный сотрудник лаборатории гидрогеоэкологии ФГБУН «Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева» Российской академии наук (ИГЭ РАН).

13, Уланский переулок, стр. 2, а/я 145, г. Москва 101000, Россия

SPIN-код: 4503-0569

Scopus Author ID: 54888566800

**Alexey A. Yastrebov** — Researcher, Laboratory of Hydrogeoecology of Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS (IEG RAS).

13, Ulanskiy lane, build. 2, PO Box 145, Moscow 101000, Russia

SPIN: 4503-0569

Scopus Author ID: 54888566800

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



## ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НИЖНЕЮРСКИХ ИЗВЕСТНЯКОВ НА ГОРЕ ПАТИЛЬ (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ)

Г.В. АГАФОНОВА<sup>1,2</sup>, А.О. АНДРУХОВИЧ<sup>1</sup>, В.Н. КОМАРОВ<sup>1</sup>, Е.В. РАХИМОВА<sup>1</sup>, А.В. ТУРОВ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»  
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский Геологический Нефтяной Институт»  
36, шоссе Энтузиастов, г. Москва 105118, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** На северном склоне горы Патиль в бассейне реки Бодрак Юго-Западного Крыма расположено обнажение нижнеюрских известняков эскиординской свиты, являющееся объектом исследований авторов.

**Цель.** Обнажение упоминается в большинстве монографий, посвященных геологии Горного Крыма, хорошо изучено палеонтологически, но еще плохо изучено в литологическом отношении. Вследствие этого авторами были проведены детальные литологические исследования для выявления состава, строения и условий образования известняков.

**Материалы и методы.** Авторами проведено макроскопическое изучение обнажения с последующим отбором образцов известняков для проведения детальных литологических исследований с использованием поляризационного микроскопа.

**Результаты.** Микроскопическим анализом установлены три структурных типа известняков: органогенно-обломочный, обломочный и оолитово-органогенно-обломочный. Основным, резко преобладающим компонентом являются обломки иглокожих, преимущественно криноидей. Остальные органогенные компоненты (в порядке убывания: брахиоподы, гастроподы, фораминиферы, остатки зеленых водорослей, губки, остракоды, аммониты, радиолярии) суммарно составляют не более 10%. Обломки криноидей имеют следы окатанности различной степени. Известняковые обломки (интракласты) характеризуются органогенно-обломочной и пелитоморфной с органогенным шламом структурами, иногда содержат мелкопесчаную и алевроитовую примесь обломков кварца. Оолитово-органогенно-обломочные известняки почти нацело сложены обломками криноидей, часть из которых является ядрами оолитов. Особенностью рассматриваемых известняков является цементация структурных компонентов преимущественно крустификационным цементом нескольких генераций, делающих известняки очень крепкими.

**Заключение.** По результатам исследований были сделаны выводы об условиях формирования изученных пород. Известняки формировались на мелководье, в условиях волнового воздействия на осадок, в зоне постоянных течений. Гидродинамическое воздействие на осадок приводило к образованию интракластов. Ранняя литификация осадка способствовала возникновению твердого морского дна, на котором селились, обитали и гибли последующие поколения иглокожих, формируя аккумулятивное карбонатное тело.

**Ключевые слова:** Юго-Западный Крым, нижняя юра, эскиординская свита, микроскопический анализ, известняк органогенно-обломочный, известняк обломочный, известняк оолитово-органогенно-обломочный, криноидеи, брахиоподы, интракласты, крустификационный цемент, перекристаллизация, осадконакопление

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Агафонова Г.В., Андрухович А.О., Комаров В.Н., Рахимова Е.В., Туров А.В. Литологическая характеристика и условия образования нижнеюрских известняков на горе

Патиль (Юго-Западный Крым). *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка.* 2020;63(3):69—81. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-69-81>

Статья поступила в редакцию 28.01.2020  
Принята к публикации 10.10.2020  
Опубликована 09.11.2020

\* Автор, ответственный за переписку

## LITHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND FORMATION CONDITIONS OF LOWER JURASSIC LIMESTONES OCCURRING IN THE PATIL MOUNTAIN (SOUTH-WESTERN CRIMEA)

GALINA V. AGAFONOVA<sup>1,2</sup>, ALEXANDR O. ANDRUHOVICH<sup>1</sup>, VLADIMIR N. KOMAROV<sup>1</sup>,  
ELENA V. RAKHIMOVA<sup>1</sup>, ALEXANDR V. TUROV<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> *Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting  
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia*

<sup>2</sup> *All-Russia Research Geological Oil Institute,  
36, road Enthusiasts, Moscow 105118, Russia*

### ABSTRACT

**Background.** In this article, we investigate an outcrop of the Lower Jurassic limestones of the Es-kiorda suite located on the northern slope of the Bodrak River basin in the south-western Crimea.

**Aim.** The outcrop under study is mentioned in the majority of monographs devoted to the geology of the Crimean Mountains. Although the palaeontology of this assemblage has been sufficiently studied, its lithological aspects require elucidation. We carried out a series of lithological studies to identify the composition, structure and formation conditions of this limestone assemblage.

**Materials and methods.** A macroscopic study of the outcrop was conducted followed by a detailed lithological study of collected limestone samples using a polarising microscope.

**Results.** The conducted microscopic analysis revealed three structural types: organogenic-detrital, detrital and oolitic-organogenic-detrital limestones. The dominant component in the composition was fragments of echinoderms, mainly crinoids. Among other components were — in descending order — brachiopods, gastropods, foraminifera, remains of green algae, sponges, ostracods, ammonites and radiolarians, whose total content did not exceed 10%. Crinoid fragments were round to a various degree. The limestone fragments (intraclasts) were characterised by organogenic-clastic and pelitomorph structures with an organogenic sludge, occasionally containing fine-sandy and silty quartz admixtures. Oolitic-organogenic-detrital limestones were almost entirely composed of crinoid fragments, some of which represented oolith cores. A specific feature of the limestones under study is their significant hardness resulting from the cementation of the structural components predominantly with crustification cement of several generations.

**Conclusions.** The obtained results allowed us to draw conclusions about the formation conditions of the studied rocks. The limestones were formed in shallow water under the action of waves on the sediment in zones of constant currents. The hydrodynamic action on the sediment led to the formation of intraclasts. The early lithification of the sediment contributed to the formation of a hard seabed, on which subsequent generations of echinoderms settled, lived and died, forming an accumulative carbonate body.

**Keywords:** South-Western Crimea, Lower Jurassic, Eskiorda Suite, microscopic analysis, organogenic-clastic limestone, clastic limestone, oolite-organogenic-clastic limestone, crinoidea, brachiopods, intraclasts, crustification cement, recrystallization, sedimentation

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**Financial disclosure:** no financial support was provided for this study.

**For citation:** Agafonova G.V., Andruhovich A.O., Komarov V.N., Rakhimova E.V., Turov A.V. Lithological characteristics and formation conditions of lower jurassic limestones occurring in the Patil mountain (south-western Crimea). *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2020;63(3):69—81. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-69-81>

Manuscript received 28 January 2020

Accepted 10 October 2020

Published 09 November 2020

\* Corresponding author

## Введение

На северном склоне горы Патиль в бассейне реки Бодрак Юго-Западного Крыма расположено обнажение нижнеюрских известняков, залегающих среди аргиллитоподобных глин эскиординской свиты [1, 8, 11]. Известняки включают комплекс окаменелостей позднего синемюра-плинсбаха [2—4] и считаются одновозрастными с вмещающими отложениями [7—11]. Содержащие большое количество ископаемых остатков хорошей сохранности известняки, на фоне плохо охарактеризованных фауной глин, всегда привлекали внимание исследователей, занимающихся стратиграфией верхнетриасово-среднеюрского комплекса. Вследствие этого обнажение упоминается в большинстве монографий, посвященных геологии Горного Крыма (например, [7, 8]), а также в многочисленных статьях, часть которых приведена в списке литературы. В этих публикациях рассматриваются ископаемые, собранные в известняках, делаются выводы об их возрасте, обсуждается стратиграфия эскиординской свиты.

В большинстве работ известняки называют органогенными [7], либо органогенно-обломочными [2, 10], или брекчиевидными [5]. Наиболее полное описание этого обнажения было сделано З.А. Антощенко, которая в 1970 г. при изучении нижнеюрских теребратулид Горного Крыма составила следующий разрез (приводится по работе В.И. Славина [10]): Слой 1. Известняк серый, розовато-серый, комковатый, участками плотный, пелитоморфный или органогенно-обломочный, крупнокристаллический, с многочисленными брахиоподами, двустворками, единичными рострами белемнитов и аммонитами. Мощность 2,5 м. Слой 2. Известняк серый, розоватый, криноидный, с галькой и зернами кварца, реже зеленовато-серых аргиллитов и сидеритов, с многочисленными остатками брахиопод и двустворок. Мощность 1 м. Слой 3. Известняк серый, органогенно-обломочный, брахиоподово-криноидный. Мощность 1,2 м. Слой 4. Известняк серый, криноидный плотный,

с брахиоподами. Мощность 2 м. Слой 5. Известняк белый, плотный, в отдельных линзах обогащен крупными члениками криноидей, брахиоподами. Мощность 1 м. З.А. Антощенко в нижней части разреза (слои 1—2) определила ископаемые (в том числе аммониты) позднесинемюрского возраста, в средней части (слои 3—4) — брахиоподы раннего плинсбаха, а в верхней части (слой 5) — брахиоподы позднего плинсбаха. Следует отметить, что данная работа одна из первых, в которой отмечена доминирующая роль криноидей и брахиопод в составе известняков и выделены криноидные и брахиоподово-криноидные разности. К сожалению, восстановить вышеприведенный разрез не представляется возможным вследствие того, что слоистость в обнажении не видна, общая мощность разреза больше указанных 7,7 м, слои не идентифицируются, а выделенные разности известняков можно найти во всех частях обнажения.

Позднее В.Г. Кликушин в статье [3], посвященной криноидеям, отметил, что «...на северном склоне горы Патиль (окрестности села Трудолюбовка), обнажены желтовато-серые криноидные известняки», являющиеся обломком «криноидного биогерма». По данным З.А. Антощенко и нашим наблюдениям, в обнажении действительно развиты криноидные известняки, но есть и другие структурные типы, что не позволяет объединять их под общим названием — «криноидные». Морские лилии не могли формировать биогермный каркас, поскольку после гибели рассыпались на составные части. Следовательно, считать криноидные известняки биогермной постройкой некорректно.

Из сделанного обзора следует, что рассматриваемые известняки хорошо охарактеризованы палеонтологически, но еще плохо изучены в литологическом отношении. Вследствие этого авторами были проведены детальные литологические исследования для выявления состава, строения и условий образования известняков, результаты которых приведены в данной статье.

**Фактический материал и методы исследования.** На северном склоне горы Патиль рассматриваемые известняки обнажаются на небольшом (протяженностью 17 м, шириной около 7—10 м и высотой 2,5—3 м) участке Бодрак-Мендерского водораздела, образуя невысокий гребень (рис. 1). Обнажение вытянуто в северных румбах; с запада оно ограничено промоиной, образовавшейся в глинах эскиординской свиты; с востока — крутым склоном заросшего лесом оврага в левом борту долины р. Бодрак. Западный склон гребня образует невысокий хорошо обнаженный уступ; восточный, расположенный в лесу, обнажен плохо.

Известняки были описаны как на западном, так и на восточном склоне обнажения. Из отобранных по всей его площади образцов сделаны и микроскопически изучены 27 шлифов.

Обнажение представляет собой скальные выходы известняков среди аргиллитоподобных глин, контакты с которыми вскрыть не удалось. Однако в пяти метрах к западу от обнажения находится вышеупомянутая промоина, которая вскрывает глины на всю глубину. Последние имеют субширотное простираение и вытянуты в сторону обнажения, что позволяет предполагать наличие у известняков резкой круто наклонной границы.

Известняки в обнажении светло-серые и коричневатые, неравномерно кавернозные и ожелезненные, очень крепкие, массивные, пятнистые, иногда неявно линзовидные. Порода переполнена члениками криноидей, которые местами образуют крупные скопления. Широко распространены раковины мелких брахиопод и их створки, реже ростры белемнитов и единичные фрагменты аммонитов. Кроме органогенных обломков известняки содержат обломки известняков, а также редкую терригенную примесь кварца песчаного, гравийного и галечного размера. В средней части

обнажения известняки характеризуются комковатой текстурой; известняковые комки галечной размерности (5—10 см) переполнены обломками иглокожих.

В известняках В.Л. Казаковой [2] найден аммонит *Echioceras raricostatum* (Bay.) — зональный вид верхней зоны синемюра, В.А. Густомесов [8] описал 11 ростров белемнитов *Passaloteuthis kamkinae* Gustomesov позднесинемюрского возраста, З.А. Антощенко [10] повторила находку позднесинемюрских аммонитов (*Echioceras raricostatum* (Bay.) и *Paltechioceras edmundi* (Dumart.)) в нижней части разреза и определила плинсбахских брахиопод из средней и верхней его частей, В.Г. Кликушин [3] установил криноидеи *Chladocrinus scalaris* (Goldf.) позднего синемюра, В.Н. Комаровым [4] определены синемюр-плинсбахские спирифериды. Возраст известняков Д.И. Пановым [9] оценивается как позднесинемюр-плинсбахский.

Макро- и микроскопическое изучение позволило установить три структурных типа известняков (рис. 2): органогенно-обломочный, обломочный и оолитово-органогенно-обломочный, имеющих пятнистое распространение по площади обнажения, охарактеризовать типы цемента структурных компонентов и вторичные изменения известняков.

#### Микроскопическая характеристика

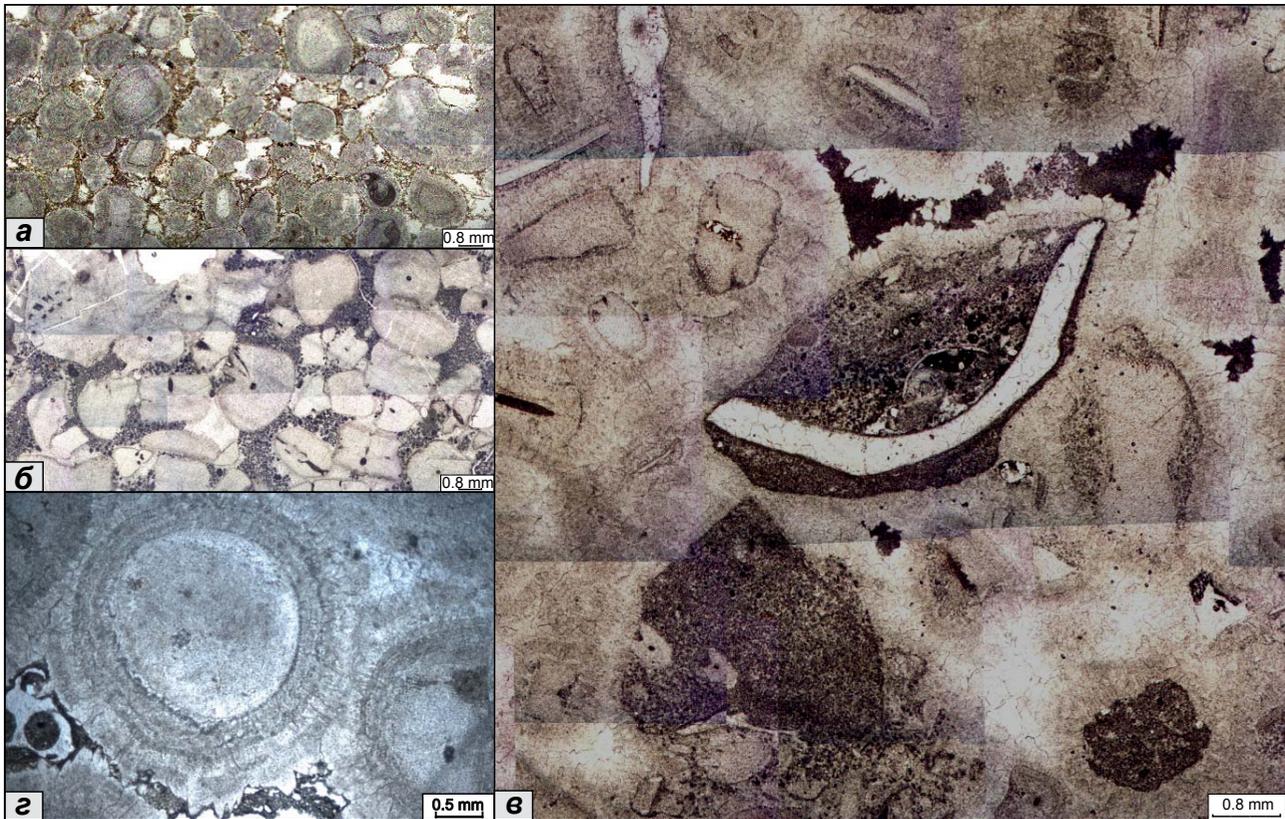
Обломки иглокожих, реже иглы морских ежей являются основным компонентом органогенно-обломочных известняков (рис. 2а, б), образуют ядра в оолитово-органогенно-обломочных известняках и входят в состав обломков известняков в обломочном литотипе. Все остальные органогенные компоненты суммарно составляют не более 10%.

*Структурные компоненты известняков* (рис. 3). Обломки криноидей разных размеров



**Рис. 1.** Общий вид обнажения нижнеюрских известняков на северном склоне горы Патиль в бассейне р. Бодрак. На рисунке показаны точки отбора образцов

**Fig. 1.** General view of the lower Jurassic limestone outcrop on the Northern slope of mount Patil in the Bodrak river basin. The figure shows the sampling points



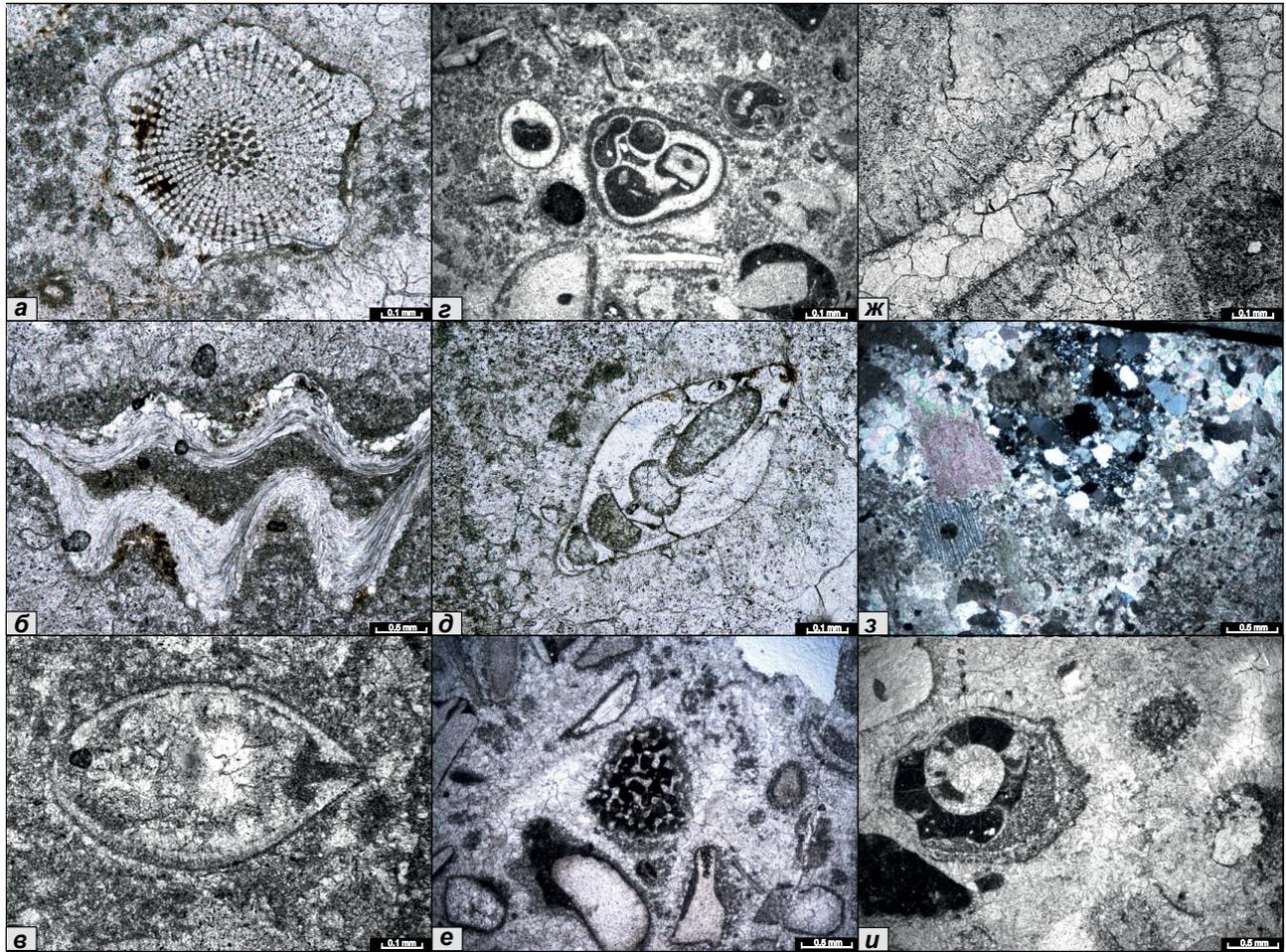
**Рис. 2.** Структурные типы известняков: а — известняк органогенно-обломочный, сложенный обломками иглокожих, сцементированных крустификационным кальцитом, межформенное пространство заполнено глинистым веществом; б — известняк органогенно-обломочный, сложенный обломками иглокожих, межформенное пространство заполнено сгустковым кальцитом; в — известняк органогенно-обломочный с интракластами, с крустификационным кальцитовым цементом, между крустификационными каемками располагаются участки порового цемента, вверху между крустификационными каемками сохранились участки с пелитоморфным кальцитом; з — оолит в оолитово-органогенно-обломочном известняке, ядром является обломок иглокожего, окруженный концентриками, по которым развивается крустификационный кальцит. Все микрофотографии сделаны без анализатора

**Fig. 2.** Structural types of limestone: а — limestone organogenic-clastic, composed of fragments of echinoderms, cemented with crustifying calcite, the interform space is filled with clay substance; б — limestone organogenic-clastic, composed of fragments of echinoderms, the interform space is filled with clump calcite; в — limestone organogenic-clastic with intraclasts with crustifications calcite cement, between crustifications edges are the block of porous cement, at the top, between crustifications edges preserved areas with pelitomorph calcite; з — oolite in oolitic-organogenic-clastic limestone, is the core of the chip echinoderms, surrounded by a concentric system which develops crustifications calcite. All micrographs are made without an analyzer

(0,15—15 мм в шлифах) и форм несут на себе следы окатанности различной степени. Многие обломки окружены неравномерными по ширине каёмками грануляции, сложенными пелитоморфным кальцитом — чаще всего являющимся продуктом жизнедеятельности микробных организмов. Некоторые обломки повреждены в результате жизнедеятельности камнеточцев, образующих внутри них ходы, срезы которых имеют округлую, эллипсоидную и удлинённо-изгибающуюся форму, размером 0,01—0,04 мм.

На обломках наблюдаются наросты пелитоморфного карбоната, образованные микробными организмами. Встречаются обломки стеблей в виде сочленённых вместе члеников (до 4, в единичном случае до 12).

Целые раковинки брахиопод в шлифах встречаются редко и имеют размеры 0,8—2,35 мм. Чаще наблюдаются обломки их створок размером 0,6—2,0 мм, сложенные волокнистым кальцитом. Наблюдаются редкие ядра раковин брахиопод, створки которых практически полностью



**Рис. 3.** Структурные компоненты известняков: а — обломок иглокожего; б — раковина брахиоподы; в — раковина остракоды; г — раковина и ядра гастропод; д — раковина фораминиферы; е — обломок колонии губки; ж — остаток зелёной водоросли (?); з — обломок песчаника; и — обломок известняка, в центре — раковина аммонита. Все микрофотографии сделаны без анализатора

**Fig. 3.** Structural components of limestone: а — fragment of echinoderm; б — brachiopod's shell; в — ostracod's shell; г — gastropod's shell and cores; д — shell of foraminifera; е — fragment of a sponge colony; ж — the rest of the green algae (?); з — fragment of sandstone; и — fragment of limestone, in the center — the shell of the ammonite. All micrographs are made without an analyzer

перекристаллизованы, а ядро сложено пелитоморфно-сгустковым кальцитом, содержащим целые раковинки гастропод плохой сохранности, обломки иглокожих, органогенный шлам.

Раковины гастропод характеризуются размерами 0,24—3,45 мм и имеют хорошую сохранность. Почти в каждом шлифе отмечаются одно либо несколько ядер гастропод, сложенных пелитоморфным кальцитом.

Раковинки мелких многокамерных, реже однокамерных фораминифер размером 0,45—1,25 мм имеют разную степень сохранности. Остатки зеленых водорослей (?) размером до 1,6 мм представлены частицами пластинчатой формы,

характеризуются пелитоморфной стенкой шириной 0,005 мм; внутреннее пространство водорослевых частиц сложено тонкими и мелкими ксеноморфными кристаллами кальцита. Обломки створок бивальвий размером 0,48—1,84 мм имеют вытянутую пластинчатую форму и сложены волонистым кальцитом. В шлифах встречены обломки губковых колоний размером до 7 мм.

Важным компонентом известняков являются известняковые обломки (интракласты), присутствующие в органогенно-обломочном структурном типе (рис. 2в) либо образующие самостоятельный структурный тип. Интракласты имеют органогенно-обломочную структуру,

сложены обломками иглокожих и створок брахиопод или характеризуются пелитоморфной структурой, содержат органогенный шлам, а также мелкопесчаную и алевритовую примесь обломков кварца. Размер интракластов песчаный, гравийный, реже галечный; форма неправильно изометричная; обломки окатанные и полуокатанные. Интракласты являются продуктом местного перемыва не полностью литофицированного осадка.

Оолитово-органогенно-обломочные известняки (рис. 2г) почти нацело сложены обломками криноидей, часть из которых является ядрами оолитов. Вокруг ядер образованы концентры (обычно 1—5). На концентры нарастают крустификационные каемки, кристаллы кальцита которых в дальнейшем перекристаллизовываются, увеличиваясь в размере, и содержат концентры уже в виде реликтов пелитоморфного карбоната.

К некарбонатным компонентам известняков относятся единичные крупно-песчаные обломки песчаника, аргиллита, кварцита и кварца; в одном шлифе встречен обломок сильно ожелезненной халцедоновой породы. Терригенные обломки преимущественно окатанные, реже полуокатанные, располагаются между карбонатными структурными компонентами, иногда входят в состав известняковых интракластов. Всего терригенная примесь составляет менее 1%.

*Цемент* (рис. 4д, е). Особенностью рассматриваемых известняков является цементация структурных компонентов. Преобладающая часть обломков окружена каемками крустификационного кальцита нескольких (до 7) генераций (шириной до 0,9 мм), разделенными тончайшими прерывистыми каемками, редко — микросгустками пелитоморфного карбоната. Кристаллы кальцита каемок непрозрачные из-за присутствия в нем пелитоморфной карбонатной примеси, вероятно, при кристаллизации и росте кристаллы захватывали пелитоморфный карбонат из поровых вод. В отдельных случаях крустификация проявляется не полностью и обломок крустифицирован лишь с одной стороны. Крустификационные каемки сливаются между собой, реже между ними формируются агрегаты относительно чистого и прозрачного мелкокристаллического кальцита ксеноморфной и изометричной формы, в противоположность описанному выше крустификационному кальциту.

Особая крепость криноидных известняков связана именно с крустификационным типом цементации. Крустификация развивается не только вокруг органогенных частиц и интракластов, но и вокруг редких обломков кварца.

*Заполнитель (матрикс)* (рис. 4а—г). В известняках между компонентами наблюдается материал-заполнитель, по структуре сгустковый, пелитоморфный и пелитоморфно-сгустковый. Сгустковый заполнитель представлен сгустками пелитоморфного кальцита размером 0,03—0,09 мм изометричной, реже неправильной или овальной формы с расплывчатыми и четкими контурами, пространство между которыми заполнено микро- и тонкокристаллическим кальцитом. Пелитоморфный заполнитель образован однородной массой кристаллов размером менее 0,005 мм. На отдельных участках сгустки так близко расположены один к другому, что образуется неоднородная пелитоморфно-сгустковая масса.

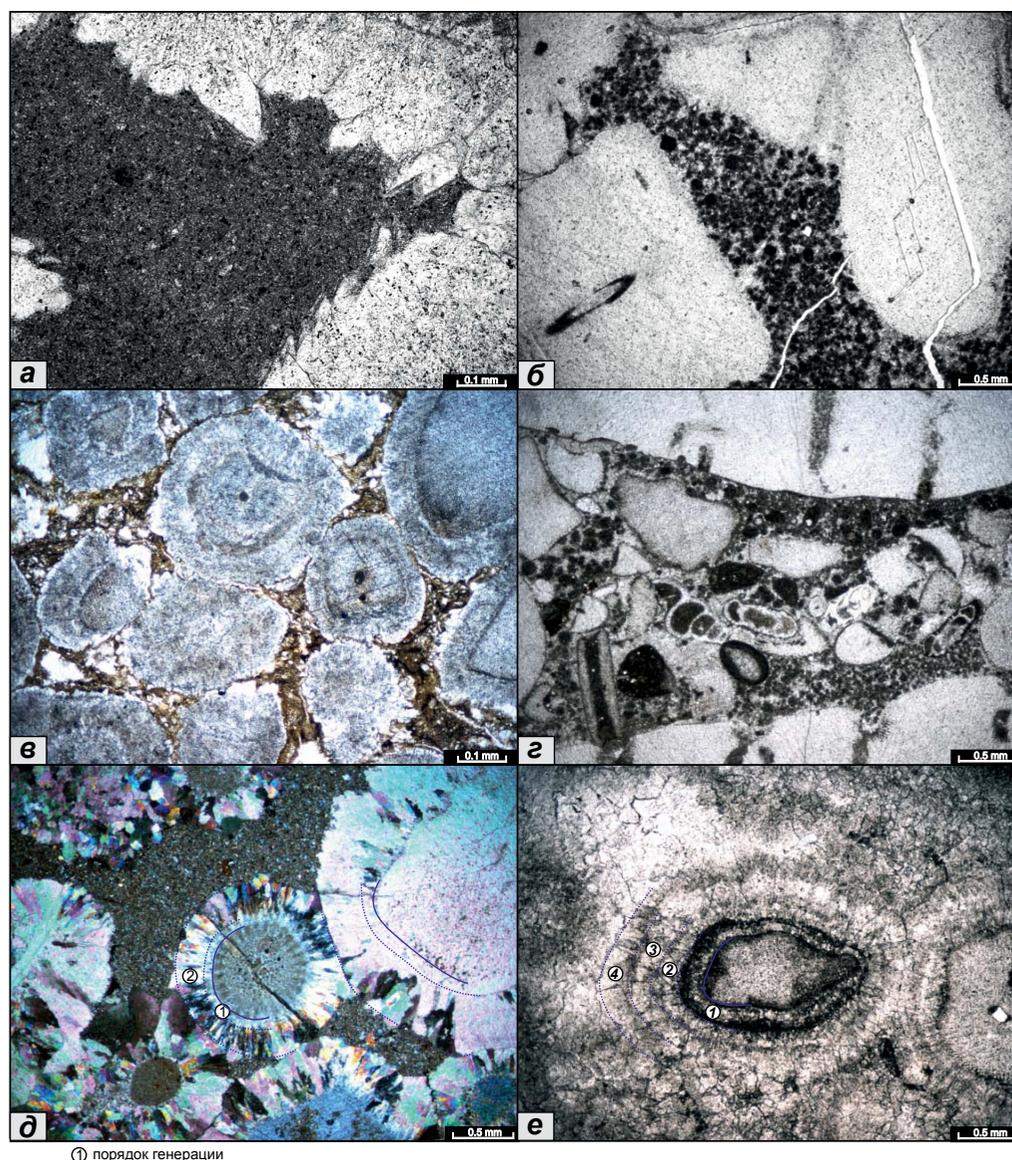
Соотношения между крустификационным, пелитоморфным и сгустковым кальцитом разнообразные. Встречаются участки, в которых развит сгустковый цемент при отсутствии крустификационных каемок вокруг обломков. Иногда обломки с крустификацией погружены в микросгустковую карбонатную массу или окружены неравномерной по толщине каемкой сгусткового кальцита, которая, в свою очередь, покрыта крустификационным кальцитом. Изредка между крустификационными каемками расположен однородный пелитоморфный известняк. В известняках преобладает смешанный тип цементации и заполнения межформенного пространства несколькими структурными типами кальцита.

В единичных шлифах между обломками наблюдается терригенно-глинисто-карбонатный и терригенно-глинистый материал. Терригенная составляющая представлена обломками кварца алевритовой, иногда тонкопесчаной фракции. Обломки неокатанные, реже полуокатанные в разной степени корродированные. Глинистая составляющая под микроскопом имеет буро-коричневый цвет, микрочешуйчатое строение, хаотичное погасание, неравномерное ожелезнение.

*Вторичные изменения известняков* (рис. 5) связаны с перекристаллизацией, регенерацией, грануляцией, инкрустацией, растворением, ожелезнением.

Процесс перекристаллизации повсеместно с разной интенсивностью проявляется в исследуемых известняках и вместе с предшествующей цементацией оказывает влияние на крепость пород. Перекристаллизации подвергаются как структурные компоненты, так и микроучастки известняков.

Остатки иглокожих при перекристаллизации прежде всего теряют свое ячеистое строение. При более интенсивном проявлении процесса

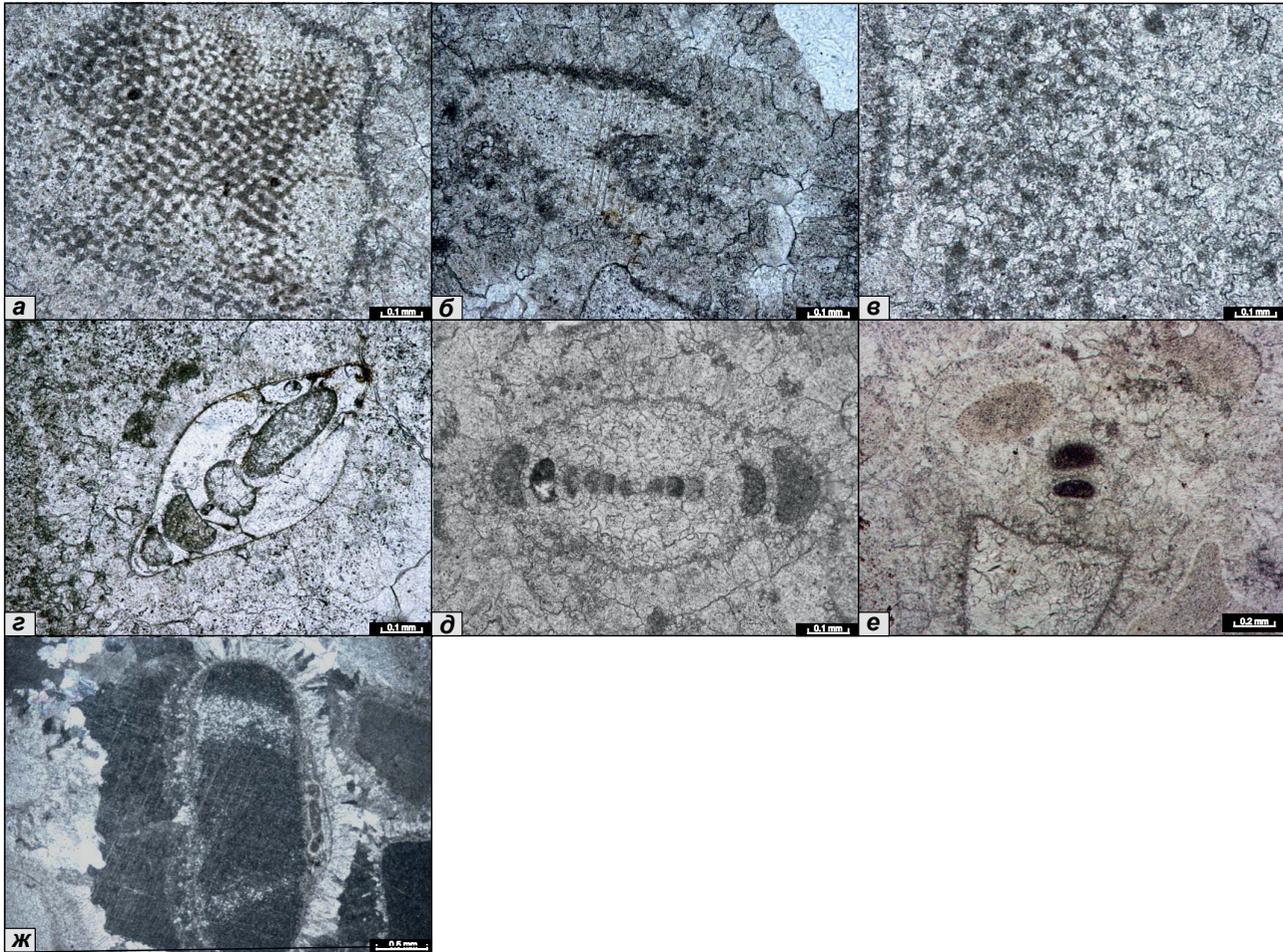


**Рис. 4.** Материал-заполнитель (а—г) и цемент (д, е): а — пелитоморфный кальцит (без анализатора); б — сгустковый кальцит (без анализатора); в — глинистое вещество (без анализатора); г — обломки иглокожих и раковины фораминифер в пелитоморфно-сгустковом кальците (без анализатора); д — крустификационный многогенерационный кальцит и пелитоморфный кальцитовый заполнитель (с анализатором); е — крустификационный многогенерационный кальцит вокруг обломка иглокожего, выше — агрегаты средне-мелкокристаллического кальцита порового типа (без анализатора)

**Fig. 4.** Filler material (a—g) and cement (d, e): a — pelitomorphous calcite (without analyzer); b — clump calcite (without analyzer); v — clay substance (without analyzer); g — echinoderm fragments and foraminifera shells in pelitomorphous-clump calcite (without analyzer); d — crustification multigenerational calcite and pelitomorphous calcite filler (with analyzer); e — crustification multigenerational calcite around the echinoderm fragment, above — aggregates of medium — fine pore-type calcite (without analyzer)

контур обломка становится расплывчатым. Некоторые обломки иглокожих подверглись грануляции — процессу, противоположному перекристаллизации, и превратились в скопления тонких и мелких кальцитовых кристаллов, сквозь которые

«просвечивает» реликт когда-то единого кристалла, характеризующий почти утраченный членик. Потеря четкости контура касается и любой другой органогенной обломочной частицы: раковины гастроподы, фораминиферы, обломка

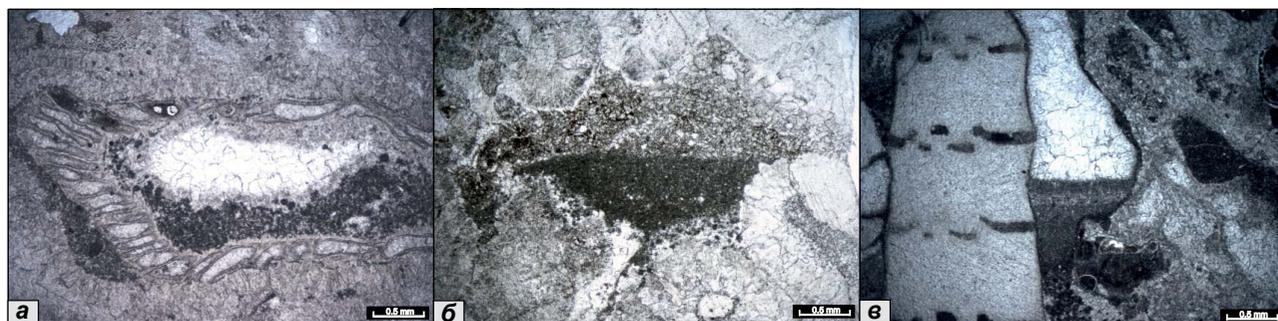


**Рис. 5.** Вторичные изменения органических обломков: а—в — перекристаллизация членика криноидеи (без анализатора): а — сохранен контур и ячеистое строение; б — контур сохранен частично, большая часть членика сложена агрегатами мелкокристаллического кальцита; в — контур обломка полностью утрачен, сохранились реликты ячеистого строения; г—е — изменение раковин фораминифер в результате перекристаллизации (без анализатора): г — раковина имеет четкий контур и отделяется от вмещающей породы, частично перекристаллизована; д — раковина имеет не отчетливый контур, внутренняя часть перекристаллизована, наблюдаются реликты пелитоморфного кальцита, выполняющего камеры; е — стенки раковины полностью слились с кальцитом цементации, от раковины остались камеры, заполненные пелитоморфным кальцитом (комки заполнения); ж — регенерация обломка иглокожего, развивающаяся после крустификации (с анализатором)

**Fig. 5.** Secondary changes in organic debris: а—в — recrystallization of crinoidea segment (without analyzer): а — the contour and cellular structure are preserved; б — the contour is partially preserved, most of the segment is composed of aggregates of fine-crystalline calcite; в — the outline of the wreck is completely lost, and relics of the cellular structure have been preserved; г—е — changes in foraminifera shells as a result of recrystallization (without analyzer): г — shell has a clear contour and is separated from the host rocks, partially recrystallized; д — shell does not have a distinct contour, the inner part is recrystallized, and there are relics of pelitomorphic calcite that serves as chambers; д — walls of the shell completely merged with the calcite of cementation, leaving the shell chambers filled with pelitomorphic calcite (lumps of filling); е — regeneration of an echinoderm fragment that develops after crustification (with an analyzer)

створки брахиоподы и т.д. В некоторых шлифах среди агрегатов яснокристаллического кальцита — продуктов перекристаллизации микроучастков породы, наблюдаются закономерно расположенные

комки пелитоморфного кальцита. Такие комки образуются при перекристаллизации кальцита стенок раковин фораминифер, слиянии его с кальцитом цементации и образованы по седиментационному



**Рис. 6.** Заполнение полостей: а — внизу — микросгустковый седиментационный кальцит;верху — вторичный яснокристаллический кальцит; б — внизу — пелитоморфный седиментационный кальцит;верху — вторичный яснокристаллический кальцит, замутненный примесью пелитоморфного кальцита; в — внизу — пелитоморфный седиментационный тонкослоистый кальцит;верху — вторичный яснокристаллический кальцит. Все микрофотографии сделаны без анализатора

**Fig. 6.** Filling of cavities: а — the bottom — microclump sedimentation calcite; the top — secondary clear-crystal calcite; б — the bottom — pelitomorph sedimentary calcite; the top — secondary clear-crystal calcite clouded by admixture pelitomorph calcite; в — the bottom — pelitomorph sedimentary thin-layered calcite; the top — secondary clear-crystal calcite. All micrographs are made without an analyzer

карбонату, выполнявшему камеры раковин [6]. В изученных шлифах можно проследить всю последовательность изменения любой органической частицы под действием процесса перекристаллизации либо грануляции и перекристаллизации.

Процесс регенерации обломков иглокожих в изученных шлифах выражается слабо и весьма локально. Регенерационные каемки вокруг отдельных обломков имеют ширину до 0,3 мм. Иногда сквозь регенерационный кальцит просматриваются реликты крустификационных кристаллов. Таким образом, процесс регенерации обломков иглокожих развивался после процесса крустификации. Метасоматические процессы — доломитизация, окремнение, пиритизация и т. д. в известняках отсутствуют. Процессы растворения и ожелезнения, скорее всего, относятся к гипергенным.

В известняках наблюдаются первичные минерализованные полости, стенки которых сформированы несколькими генерациями инкрустационного кальцита, центральные части заполнены пелитоморфным и пелитоморфно-сгустковым карбонатом, внутри которого иногда отмечается нечетливая микрослоистость (рис. 6). Внутри некоторых пустот среди пелитоморфного карбоната находятся части инкрустационных каемок в виде обломков отдельных кристаллов или агрегатов нескольких кристаллов. Заполняющий пустоты седиментационный пелитоморфный и пелитоморфно-сгустковый карбонат либо изначально находился в пустотах, либо был внесен туда волнами или течениями. Для этого в обоих случаях осадок, образованный обломками криноидей,

сцементированный раннедиагенетическим крустификационным кальцитом, представлял собой жесткое, возвышающееся над дном аккумулятивное тело. Процесс заполнения пустот в нем имел дискретный характер, о чем свидетельствует микрослоистость пелитоморфного осадка. Активные гидродинамические процессы привели к обламыванию инкрустационных корок, но не к разрушению криноидного каркаса.

Пустоты, наблюдаемые в известняках, характеризуются необычными, часто причудливыми формами. Отдельные пустоты нацело заполняются вторичным кальцитом, который отличается прозрачностью и чистотой по сравнению с окружающим крустификационным и инкрустационным кальцитом. Размер кристаллов чистого кальцита достигает 1,8 мм.

В других пустотах заполнение более сложное, а именно нижняя часть полости заполнена пелитоморфным, пелитоморфно-микросгустковым кальцитом, верхняя — постседиментационным кристаллическим кальцитом разной структуры от микро- до средне кристаллического. Седиментационный и постседиментационный карбонат разделяются четкой ровной поверхностью, возможно, показывающей положение уровня осадконакопления на момент заполнения пустоты.

### Заключение

Установлено, что основным, резко преобладающим органическим компонентом нижнеюрских известняков эскиординской свиты, расположенных на северном склоне горы Патиль, являются

обломки иглокожих, преимущественно криноидей. Далее в порядке убывания распространены раковины и обломки створок брахиопод, раковины и обломки раковин гастропод, ядра гастропод, раковины фораминифер, остатки зелёных водорослей (?), губок, раковины остракод, остатки аммонитов, радиолярий (?).

Образование рассматриваемых известняков происходило в мелководной зоне бассейна, в поле волнового воздействия на осадок, на что указывает окатанность органогенных частиц и интракластов; средняя степень сортировки, выражающаяся в преобладании трех размерных фракций: крупно-, крупнопесчаной и гравийной.

Криноидеи селились в зонах постоянных течений, способствующих разносу питательных веществ. Волнения и генерируемые ими течения перемывали и окатывали их обломки, но не выносили с данного участка морского дна. Формированию устойчивого грунта, не поддающегося размыву, способствовала ранняя цементация органогенных и известняковых обломков. Несмотря на то что криноидеи относятся к морским

стеногалинным организмам, обитающим в море нормальной солености, занятый ими биотоп был мало пригоден для жизни других форм. Об этом свидетельствует крайне скудный в качественном и количественном отношении набор сопутствующих организмов. К постоянным сожителям криноидей относятся лишь мелкие брахиоподы. Их сохранность свидетельствует о том, что волнения и течения на данном участке морского дна не были столь сильными, чтобы изменить скульптуру раковин в результате их абразии взмученным карбонатным песком. Этот вывод подтверждается отсутствием сгруженности обломочных частиц и наличием седиментационного пелитоморфного карбоната между форменными компонентами осадка. В то же время гидродинамическое воздействие на осадок приводило к образованию интракластов. Ранняя литификация осадка способствовала возникновению жесткого каркаса — твердого морского дна, на котором селились, обитали и гибли последующие поколения иглокожих, формируя аккумулятивное карбонатное тело.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев Б.А., Аркадьев В.В. Новые данные о нижнеюрских аммонитах бассейна реки Бодрак (Юго-Западный Крым) // Региональная геология и металлогения. 2019. № 78. С. 21—30.
2. Казакова В.П. К стратиграфии нижнеюрских отложений бассейна р. Бодрака (Крым) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1962. Т. 37. В. 4. С. 36—51.
3. Кликушин В.Г. О триасовых и раннеюрских криноидеях Крыма // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1988. Т. 63. В. 6. С. 71—79.
4. Комаров В.Н., Волкова Г.Д., Грибовская О.А. Новые данные о нижнеюрских спириферах Юго-Западного Крыма // Известия вузов. Геология и разведка. 2014. № 6. С. 12—18.
5. Короновский Н.В., Милеев В.С. О соотношении отложений Таврической серии и эскиординской свиты в долине р. Бодрак (Горный Крым) // Вестник МГУ. Сер. геол. — 1974. № 1. С. 80—87.
6. Максимова С.В., Полонская Б.Я., Розонова Е.Д. Методические указания по изучению постседиментационных изменений карбонатных пород нефтегазовых областей. Институт геологии и разработки горючих ископаемых (ИГИРГИ). М., 1976. 58 с.
7. Милеев В.С. Вишневская Л.Е., Фролов Д.К. Триасовая и юрская системы // Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 5—79.
8. Муратов М.В. Геология Крымского полуострова // Руководство по учебной геологической практике в Крыму. Т. 2. М., 1973. С. 26—33.
9. Панов Д.И. Стратиграфия триасовых и нижне-среднеюрских отложений Лозовской зоны Горного Крыма // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2002. Т. 77. В. 3. С. 13—25.
10. Славин В.И. Новые данные о саблынской свите в Лозовской зоне Горного Крыма // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геол. 1986. № 2. С. 29—35.
11. Цейслер В.М., Караулов В.В., Туров А.В., Комаров В.Н. О местных стратиграфических подразделениях в восточной части Бахчисарайского района Крыма // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 1999. № 6. С. 8—18.

## REFERENCES

1. Zaitsev B.A., Arkad'ev V.V. New data on the Lower Jurassic ammonites of the Bodrak River Basin (South-western Crimea) // Regional geology and metallogeny. 2019. No 78. P. 21—30 (In Russian).
2. Kazakova V.P. To stratigraphy of Lower Jurassic sediments of the Bodrak river basin (Crimea) // Bulletin of Moscow society of naturalists. Geological series. 1962. Vol. 37. No. 4. P. 36—51 (In Russian).
3. Klikushin V.G. About Triassic and Early Jurassic crinoids of Crimea // Bulletin of Moscow society of naturalists. Geological series. 1988. Vol. 63. No. 6. P. 71—79 (In Russian).
4. Komarov V.N., Volkova G.D., Gribovskaja O.A. New data on Lower Jurassic spiriferids the South-Western Crimea // Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration. 2014. No 6. P. 12—18 (In Russian).

5. Koronovskiy N.V., Mileev V.S. On the ratio of the deposits of the Taurian series and the Eskiordinsky suite in the valley of the river Bodrak (Mountain Crimea) // Vestnik MGU. Ser. geol. 1974. No. 1. P. 80—87 (In Russian).
6. Maksimova S.V., Polonskay B.Ya., Rozonova E.D. Guidelines for the study of post-sedimentation changes in carbonate rocks of oil and gas fields. Institute of Geology and development of fossil fuels (IGIRGI). Moscow, 1976. 58 p. (In Russian)
7. Mileev V.S. Vishnevskaja L.E., Frolov D.K. Triassic and Jurassic systems. Geological structure of Kachynski uplift of Mountain Crimea. Stratigraphy of the Mesozoic. Moscow: Moscow University Publ., 1989. P. 5—79 (In Russian).
8. Muratov M.V. Geology of Crimean peninsula. Guide to educational geological practice in Crimea. Vol. 2. Moscow: 1973. P. 26—33 (In Russian).
9. Panov D.I. Stratigraphy of Triassic and Lower-Middle Jurassic deposits of Lozovsky zone of Mountain Crimea // Bulletin of Moscow society of naturalists. Geological series. 2002. Vol. 77. No. 3. P. 13—25 (In Russian).
10. Slavin V.I. New data on sablinskas retinue in Lozovaja area of the Mountain Crimea. Moscow University Geology Bulletin. 1986. No. 2. P. 29—35 (In Russian).
11. Tsejsler V.M., Karaulov V.V., Turov A.V., Komarov V.N. About local stratigraphic divisions in the Eastern part of the Bakhchisaray district of Crimea // Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration. 1999. No 6. P. 8—18 (In Russian).

### ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Агафонова Г.В. — внесла основной вклад в разработку концепции статьи, окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Андрухович А.О. — провел макроописание, отбор образцов, участвовал в оформлении статьи.

Комаров В.Н. — провел обзор и анализ публикаций, участвовал в отборе образцов.

Рахимова Е.В. — участвовала в отборе образцов, провела микроскопические исследования, участвовала в написании статьи.

Туров А.В. — инициатор статьи, внес основной вклад в разработку концепции статьи, участвовал в написании статьи.

Galina v. Agafonova — made the main contribution to the development of the concept of the article, prepared the text of the article, finally approved the published version of the article and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

Alexandr O. Andruhovich. — conducted a macro description, sampling, participated in the design of the article.

Vladimir N. Komarov — conducted a review and analysis of publications, participated in the selection of samples.

Elena V. Rakhimova — participated in the selection of samples, conducted microscopic studies, participated in the writing of the article.

Alexandr V. Turov — initiator of the article, made the main contribution to the development of the concept of the article, participated in writing the article.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Агафонова Галина Валентиновна** — кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и разведки месторождений углеводородов Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (Москва)

23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия  
старший научный сотрудник ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт» (Москва)

36, шоссе Энтузиастов, г. Москва 105118, Россия  
e-mail: [galinaagafonova@inbox.ru](mailto:galinaagafonova@inbox.ru)

тел.: +7 (963) 775-77-86

SPIN-код: 1525-4790

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4127-8784>

**Galina V. Agafonova** — Cand. of Sci. (Geol.-Min.), Ass. Prof., Department of geology and exploration of hydrocarbon deposits, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting  
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia.  
senior researcher, Federal state budgetary institution All-Russia Research Geological Oil Institute  
36, road Enthusiasts, Moscow 105118, Russia  
e-mail: [galinaagafonova@inbox.ru](mailto:galinaagafonova@inbox.ru)

tel.: +7 (963) 775-77-86

SPIN: 1525-4790

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4127-8784>

**Андрухович Александр Олегович** — старший преподаватель кафедры палеонтологии и региональной геологии Российской государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (Москва)  
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия  
e-mail: [aoandruhovich@mail.ru](mailto:aoandruhovich@mail.ru)  
тел.: +7 (926) 492-02-80  
SPIN-код: 4566-6444  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2624-704X>

**Комаров Владимир Николаевич** — кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры палеонтологии и региональной геологии Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (Москва)  
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия  
e-mail: [komarovmgri@mail.ru](mailto:komarovmgri@mail.ru)  
тел.: +7 (916) 481-96-84  
SPIN-код: 2739-5934  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4719-1484>

**Рахимова Елена Вадимовна** — старший преподаватель кафедры геологии и разведки месторождений углеводородов Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (Москва)  
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия  
e-mail: [rahimovaev@mgri.ru](mailto:rahimovaev@mgri.ru)  
тел.: +7 (977) 497-31-80  
SPIN-код: 9858-4461  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9877-6469>

**Туров Александр Васильевич\*** — кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры палеонтологии и региональной геологии Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (Москва)  
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия  
e-mail: [avturov@yandex.ru](mailto:avturov@yandex.ru)  
тел.: +7 (926) 125-88-07  
SPIN-код: 3461-0455  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2882-0364>

**Alexandr O. Andruhovich** — sen. lect., Department of paleontology and regional geology, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting  
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia  
e-mail: [aoandruhovich@mail.ru](mailto:aoandruhovich@mail.ru)  
tel.: +7 (926) 492-02-80  
SPIN: 4566-6444  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2624-704X>

**Vladimir N. Komarov** — Cand. of Sci. (Geol.-Min.), Ass. Prof., Department of paleontology and regional geology, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting  
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia  
e-mail: [komarovmgri@mail.ru](mailto:komarovmgri@mail.ru)  
tel.: +7 (916) 481-96-84  
SPIN: 2739-5934  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4719-1484>

**Elena V. Rakhimova** — sen. lect., Department of geology and exploration of hydrocarbon deposits, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting  
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia  
e-mail: [rahimovaev@mgri.ru](mailto:rahimovaev@mgri.ru)  
tel.: +7 (977) 497-31-80  
SPIN: 9858-4461  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9877-6469>

**Alexandr V. Turov\*** — Cand. of Sci. (Geol.-Min.), Ass. Prof., Department of paleontology and regional geology, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting.  
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia  
e-mail: [avturov@yandex.ru](mailto:avturov@yandex.ru)  
tel.: +7 (926) 125-88-07  
SPIN: 3461-0455  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2882-0364>

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



## ЖЕНЩИНЫ В ГЕОЛОГИИ. ОЛЬГА АЛЕКСЕЕВНА ДЕНИСОВА (1893—1972)

И.А. СТАРОДУБЦЕВА\*, В.В. РОМАНОВА

*Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН  
11, стр. 11, ул. Моховая, г. Москва 125009, Россия*

### АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрена биография О.А. Денисовой (1893—1972), одной из первых российских женщин-геологов, занимавшихся вопросами практической геологии. В 1918 г. она окончила естественное отделение физико-математического факультета Московских Высших женских курсов. Во время учебы участвовала в полевых исследованиях в Подмоскowie, на Волхове и Вычегде под руководством А.Б. Миссуны. В 1923 г. она окончила Московский государственный университет по специальности «геология». С 1918 г. О.А. Денисова работала научным сотрудником в Московском отделении Геологического комитета, с 1920 г. — геологом в Геологическом отделе Особой комиссии по изучению Курской магнитной аномалии, позднее занималась изучением месторождений строительных материалов и гидрогеологическими изысканиями. Трудовую деятельность О.А. Денисова начала под руководством А.Д. Архангельского. В статье приведены ранее не публиковавшиеся ее воспоминания об этом известном геологе. О.А. Денисова преподавала геологию и гидрогеологию в вузах и техникумах Москвы. В 1936 г. О.А. Денисовой была присуждена ученая степень кандидата геолого-минералогических наук без защиты диссертации, а в 1946 г. Всесоюзная аттестационная комиссия утвердила ее в ученом звании доцента по кафедре геологии. О.А. Денисова награждена медалями «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.» (1946) и «В память 800-летия Москвы» (1948). Коллекции горных пород и ископаемых, собранные О.А. Денисовой во время полевых работ в Курской и Белгородской областях, хранятся в Государственном геологическом музее им. В.И. Вернадского РАН.

**Ключевые слова:** женщины-геологи, Московские Высшие женские курсы, Курская магнитная аномалия, месторождения полезных ископаемых, коллекции

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** научные исследования выполнены в рамках Государственного задания Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН по теме № 0140-2019-0005 «Разработка информационной среды интеграции данных естественнонаучных музеев и сервисов их обработки для наук о Земле»

**Для цитирования:** Стародубцева И.А., Романова В.В. Женщины в геологии. Ольга Алексеевна Денисова (1893—1972). *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка.* 2020;63(3):82—91. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-82-91>

*Статья поступила в редакцию 31.01.2020*

*Принята к публикации 27.03.2020*

*Опубликована 09.11.2020*

\* Автор, ответственный за переписку

## WOMEN IN GEOLOGY. OLGA ALEKSEEVNA DENISOVA (1893—1972)

IRAIDA A. STARODUBTSEVA\*, VERA V. ROMANOVA

*Vernadsky State Geological Museum RAS  
11—11, Mokhovaya str., Moscow 125009, Russia*

### ABSTRACT

The article presents the biography of O.A. Denisova (1893—1972), one of the first Russian female geologists involved in practical geology. In 1918, she graduated from the Natural Department of the Faculty of Physics and Mathematics of Moscow Higher Women's Courses. During her studies, she participated in field research in the Moscow Region, on Volkhov and Vychegda rivers under the guidance of A.B. Missuna. In 1923, she graduated from Moscow State University with a degree in geology. Since 1918, O.A. Denisova had worked as a researcher in the Moscow branch of the Geological Committee, since 1920 as a geologist in the Geological Department of the Special Commission for the Study of the Kursk Magnetic Anomaly. Later she was engaged in the study of deposits of building materials and hydrogeological surveys. O.A. Denisova began her activity under the supervision of A.D. Arkhangelsky. The article contains her previously unpublished memories about this famous geologist. O.A. Denisova taught geology and hydrogeology at universities and technical schools in Moscow. In 1936 O.A. Denisova was awarded the degree of Candidate of Geological and Mineralogical Sciences without defending a thesis, and in 1946 the All-Union Certification Commission approved her with the academic rank of Associate Professor at the Department of Geology. O.A. Denisova was awarded the medal "For Valiant Labour during the Great Patriotic War of 1941—1945" (1946) and "In memory of the 800th anniversary of Moscow" (1948). The collections of rocks and minerals collected by O.A. Denisova during field work in the Kursk and Belgorod regions, are stored in the State Geological Museum named after V.I. Vernadsky of RAS.

**Keywords:** women-geologists, Moscow Women's Courses of Higher Education, Kursk Magnetic Anomaly, mineral deposits, collections

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**Financial disclosure:** scientific research carried out State assignment of The State Geological Museum named after V.I. Vernadsky Russian Academy of Sciences on topic No. 0140-2019-0005 "Development of an information environment for the integration of data from natural history museums and services for their processing for Earth Sciences"

**For citation:** Starodubtseva I.A., Romanova V.V. Women in geology. Olga Alekseevna Denisova (1893—1972). *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2020;63(3):82—91. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-82-91>

*Manuscript received 31 January 2020*

*Accepted 27 March 2020*

*Published 09 November 2020*

\* Corresponding author

Интерес к первым российским женщинам-геологам — выпускницам Высших женских курсов, занимавшимся геологической съемкой и изучением месторождений полезных ископаемых, проводившим палеонтологические и минералогические исследования, решавшим вопросы практической геологии, был инициирован благодаря работам Д.В. Наливкина «Наши первые женщины-геологи» (1979) и «Первые женщины геологи Петербурга-Ленинграда» (2003). В последнее

время вышли из печати публикации, посвященные палеоботанику Марии Фридриховне Нейбург [9], палеонтологу Елизавете Дмитриевне Сошкиной [10], геологу Елене Александровне Молдавской [12]. К первым женщинам-геологам принадлежит и Ольга Алексеевна Денисова.

О.А. Денисова (рис. 1) родилась в Москве 7(19).07.1893 в семье рабочего-ремесленника скорняжного цеха. В 1903 г. она поступила в частную женскую гимназию Н.П. Щепотьевой и в 1911 г. окончила



**Рис. 1.** Ольга Алексеевна Денисова (1893—1972).  
Фото 1910-х гг. [11, д. 66, л. 1]

**Fig. 1.** Olga Alekseevna Denisova (1893—1972). Photos  
of the 1910s.

7-й класс с серебряной медалью, а в 1912 г. — 8-й дополнительный класс этой гимназии по специальности география, история и математика. В 1912 г. О.А. Денисова прослушала курс лекций по геологии и петрографии в Народном университете им. А.Л. Шанявского, а в следующем году поступила на естественное отделение физико-математического факультета Московских Высших женских курсов (МВЖК). С этого же года она начала работать в Геологическом кабинете МВЖК, которым заведовала А.Б. Миссуна<sup>1</sup>. Летом 1914 г. вместе с А.Б. Миссуной она ездила на р. Волхов для сбора ископаемых и работала в окрестностях Батуми, а зимой в Геологическом кабинете обрабатывала собранный материал. В 1915—1917 гг. под руководством А.Б. Миссуны О.А. Денисова проводила геологические исследования в окрестностях Коломенского (Москва), а в 1918 г. участвовала в экспедиции под ее руководством в бассейне Вычегды, организованной Московским обществом испытателей природы [11, д. 64, л. 1]. Благодаря А.Б. Миссуне О.А. Денисова приобрела первый опыт полевых исследований.

<sup>1</sup> Миссуна Анна Болеславовна (1869—1922) — одна из первых женщин-геологов, автор работ по четвертичным ледниковым образованиям Белоруссии и Прибалтики, юрским кораллам Крыма, миоценовым диатомовым водорослям юга России, каменноугольным хрящевым рыбам Подмосковья, ассистент Московских Высших женских курсов.

В 1918 г. О.А. Денисова окончила МВЖК и в октябре того же года была принята штатным научным сотрудником по полезным ископаемым в только что созданное Московское отделение Геологического комитета. Здесь ее наставником и руководителем стал А.Д. Архангельский<sup>2</sup>. В своих воспоминаниях О.А. Денисова писала, что ее работа заключалась в составлении «карточек полезных ископаемых с полной геологической характеристикой, точным местонахождением и литературой», а также в составлении карты полезных ископаемых, в связи с чем «требовалось штудирование всей геологической литературы» [11, д. 67, л. 1—2]. Но у нее, недавней выпускницы женских курсов, не было достаточного опыта работы. О.А. Денисова вспоминала: «...А.Д. Архангельский приучал нас к серьезному штудированию геологического материала, глубокому анализу и необычайно терпеливо объяснял нам непонятные для нас места, даже если мы и по несколько раз обращались к нему с одним и тем же вопросом» [11, д. 67, л. 3]. По словам О.А. Денисовой, А.Д. Архангельский, несмотря на занятость, проявлял «к своим ученикам и сотрудникам как педагог и руководитель исключительно большое внимание и терпение. К нему совершенно спокойно обращался каждый из нас за разъяснением, и никогда никто не получал отказа в детальном объяснении» [там же, л. 3—4]. О.А. Денисова вспоминала также, что зимой 1918 г. помещение Московского отделения не отапливалось и «сотрудники работали в шубах, шапках, в перчатках, все это мало способствовало продуктивности работы. Из-за холода А.Д. Архангельский перевел всех научных сотрудников, непосредственно работавших под его руководством, к себе на квартиру» [там же, с. 4]. О.А. Денисова писала: «Работа по полезным ископаемым по различным губерниям в течение ряда лет и штудирование огромного количества геологической литературы необычайно расширили мой кругозор и дали мне глубокие знания по стратиграфии и по полезным ископаемым нашей Родины» [там же, л. 2].

В 1919 г. начала работу созданная годом ранее Особая комиссия по изучению Курской магнитной аномалии (ОК КМА). Комиссия объединила «геологические, геофизические, технические силы Геолкома, вузовской и академической науки Москвы и Петрограда, Русского географического общества, РККА, Главного гидрологического

<sup>2</sup> Архангельский Андрей Дмитриевич (1879—1940) — выдающийся геолог и организатор науки, автор свыше 200 научных публикаций по стратиграфии, литологии, региональной геологии, тектонике, полезным ископаемым. Ввел в высшую школу курс лекций «Геология СССР». Академик АН СССР (1929).

управления флота и другие» [3, с. 7—8]. А.Д. Архангельский вошел в состав президиума ОК КМА и до 1926 г. руководил Геологическим отделом комиссии и, как следствие, всеми геологическими исследованиями, проводимыми на территории КМА. Он привлек к работе молодых в то время геологов Н.С. Шатского<sup>3</sup>, В.Н. Крестовникова<sup>4</sup>, а с ноября 1920 г. по его приглашению начала работать геологом Геологического отдела ОК КМА и О.А. Денисова, оставаясь при этом научным сотрудником Московского отделения Геолкома. Она совмещала работу с учебой в Московском университете, но в связи с полевыми исследованиями была вынуждена пропускать занятия; чтобы не быть отчисленной, в университет представлялись соответствующие документы (рис. 2).

В Геологическом отделе ОК КМА О.А. Денисова занималась описанием керна буровых скважин, выезжала в Щигровский район в составе отряда, «который все время прохождения осадочных пород и верхних горизонтов кристаллических производил выемку и описание образцов и давал необходимые геологические указания производителям буровых работ» [1, с. 6]. В 1921 г. сотрудники Геологического отдела работали над составлением трехверстных геологических карт «в районах максимального напряжения магнитных аномалий в Щигровском и Старооскольском уездах» [2, с. 38]. Эти работы вначале выполнялись О.А. Денисовой и В.Н. Крестовниковым под руководством А.Д. Архангельского, совместно с которым «была разработана основная стратиграфическая схема района и установлены принципы составления карты», затем работы были продолжены О.А. Денисовой и В.Н. Крестовниковым самостоятельно [там же]. О.А. Денисова подчеркнула: «Совместные работы с А.Д. Архангельским, и камеральные, и полевые, дали мне как геологу чрезвычайно много. В полевой работе А.Д. Архангельский развивал в нас наблюдательность, приучал к детальному описанию фактического материала и к научным выводам из них» [11, д. 67, л. 5].

Районы работ различались по степени обнаженности. Так, Щигровский, в который входили Щигровский и Тимский уезды, характеризуется плохой обнаженностью, и, как отметили авто-

<sup>3</sup> Шатский Николай Сергеевич (1895—1960) — выдающийся российский геолог, тектонист, один из основоположников метода тектонического анализа и учения о геологических формациях. Академик АН СССР (1953).

<sup>4</sup> Крестовников Валериан Николаевич (1888—1964) — российский геолог, автор работ по стратиграфии и литологии палеозоя и кайнозоя.

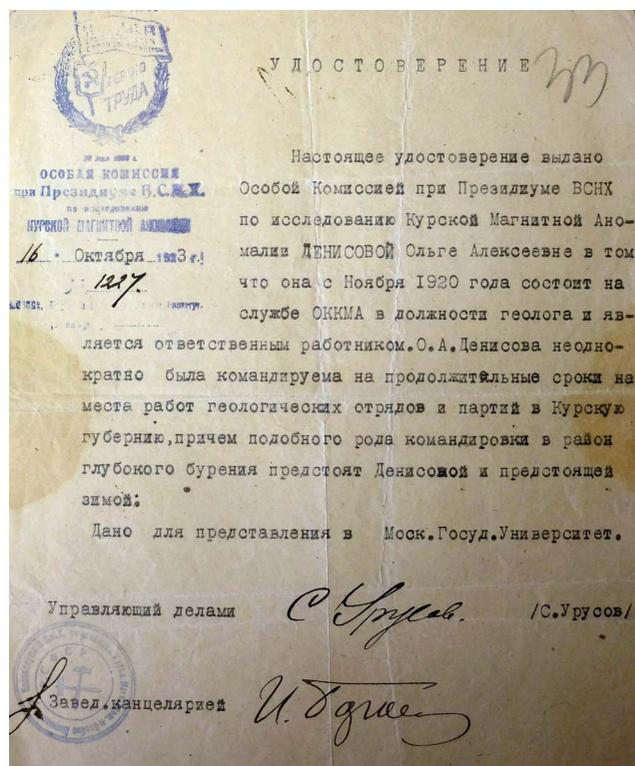


Рис. 2. Удостоверение, выданное О.А. Денисовой для представления в МГУ. 1923 г. [11, д. 64, л. 33]

Fig. 2. Certificate issued by O.A. Denisova for presentation at Moscow State University. 1923

ры в публикации, несмотря на то что ими «были пройдены решительно все балки и овраги», карта, составленная по результатам работ, «во многих местах является только схематичной» [2, с. 39]. Старооскольский район, где работы были сосредоточены в междуречье Оскола, Оскольца и Орлика, оказался более благоприятным для геологических наблюдений: «овраги и балки нередко начинаются здесь глубокими промоинами, и в них встречаются хорошие, непрерывные разрезы слагающих водоразделы пород; однако обнажения в горизонтальном направлении имеют обыкновенно небольшое протяжение. Кроме того, хорошие и длинные разрезы имеются местами в нижних частях склонов долин более крупных рек» [там же]. Благодаря наличию таких обнажений была составлена геологическая карта Старооскольского района, которая точнее «передает распространение геологических образований», чем геологическая карта Щигровского района. В 1922 г. О.А. Денисова и В.Н. Крестовников проводили исследования в верховьях рек Северский Донец, Псел и Ворскла, где были расположены «известные по работам проф. Лейста и его предшественников магнитные максимумы Кочетовки,

Непхаева и Белгорода» [7, с. 60]. Основной задачей, стоявшей перед ними, также было составление трехверстной геологической карты. Следует подчеркнуть, что стратиграфическая схема нижней части верхнемеловых образований указанных районов, разработанная в 1921 г., не утратила своего значения и в наше время. С небольшими уточнениями она отражена на современных геологических картах Курской и Белгородской областей.

В 1923 г. О.А. Денисова окончила естественное отделение физико-математического факультета I МГУ по специальности «геология».

В 1924 г. О.А. Денисова продолжила исследования в южной полосе магнитных аномалий в Курской и Харьковской губерниях. В полевых работах этого года принимал участие тогда еще студент Московского университета В.В. Меннер (1905—1989), по отзыву О.А. Денисовой, «человек исключительно добросовестный и преданный своему делу» [11, д. 4, л. 1]. Отметим, что В.В. Меннеру суждено было стать выдающимся геологом, ведущим стратиграфом, академиком АН СССР. В том же 1924 г. О.А. Денисова работала в Крыму (в окрестностях Симферополя и на Керченском полуострове) коллектором в партии А.Д. Архангельского.

О.А. Денисова проработала геологом ОК КМА до марта 1925 г. Ее уход был вызван тем, что собранные Геологическим отделом ОК КМА коллекции она хотела передать в МГУ, о чем была договоренность с А.Д. Архангельским, но тот передал их в Московскую горную академию (МГА), в которой был деканом геологоразведочного факультета. Эта, как отмечала сама О.А. Денисова, «детская обида» и явилась поводом для отказа от дальнейшей работы под руководством такого маститого геолога, как А.Д. Архангельский.

В 1926 г. О.А. Денисова поступила в аспирантуру I МГУ, но так и не окончила ее. Позднее она призналась, что уход от А.Д. Архангельского был большой ошибкой и ее руководители не смогли заменить ей А.Д. Архангельского [11, д. 67, л. 6]. В 1927 г. она оставила аспирантуру, увлеклась дорожным строительством, поступила геологом в Московское окружное управление местного транспорта и стала заниматься «дорожно-исследовательскими работами» [11, д. 64, л. 6].

С 1925 по 1930 г. О.А. Денисова работала секретарем секции подземных вод Московского отделения Гидрологического института. В 1926—1931 гг. она была начальником партии Московского отделения Геолкома, преобразованного в 1929 г. в Московское районное геологоразведочное управление, а затем

в Московский районный геологоразведочный трест, в котором с 1931 по 1933 г. О.А. Денисова руководила группой партий.

Осенью 1927 г. О.А. Денисова проводила геологические изыскания в Орловской и Курской губерниях, основной задачей которых были поиски строительных материалов для шоссейных дорог. Ею было выяснено, что на исследованной территории пригодными для дорожного строительства являются, в основном, сеноманские фосфориты [11, д. 52].

Летом 1928 г. О.А. Денисова вместе со студентами МГУ исследовала месторождения валунов и гравия в окрестностях Дмитрова в Подмоскowie, в пределах Клинско-Дмитровской возвышенности, в строении которой принимают участие ледниковые отложения. Именно поэтому здесь издавна добывали ледниковые валуны, применявшиеся для мощения дорог. О.А. Денисова писала, что этот район «представляет большие трудности при изыскании вследствие своей сильной залеженности и местами заболоченности. Несмотря на близость столицы, часто чувствуешь себя точно в тайге и только при помощи топора прорубаешь себе путь по оврагам» [5, с. 175]. На исследованной площади, которая составила 450 кв. км, по наблюдениям О.А. Денисовой, «валуны (булыжники) распространены почти повсеместно; они встречаются и в валунных песках, и в морене (валунной глине), реже в делювии и аллювии, но для разработки пригодны далеко не везде» [5, с. 178]. В результате проведенных работ О.А. Денисова пришла к выводу, что «наиболее пригодными и выгодными для разработки являются валунные пески, среди которых наблюдаются не только разбросанные как попало валуны, но и отдельные прослои валунов, причем песок и гравий отсортировывается при помощи грохотов» [5, с. 179]. В настоящее время эта работа устарела, но, безусловно, интересна с точки зрения истории освоения минеральных ресурсов Подмоскowie. Так, здесь содержатся сведения, что «в закрытых карьерах добыча камня без креплений идет зимой путем постепенного замораживания стенок шурфа во избежание обвалов последнего. Весной неоднократно случались обвалы с человеческими жертвами. В огромном количестве камень (булыжник) собирается речной и по дну оврагов. Сбор речного камня не является опасной работой, а по качеству речной камень в дорожном строительстве ценится дороже, так как содержит большее количество твердых пород, чем полевой и карьерный» [там же].

В 1929 г. О.А. Денисова опубликовала статью, посвященную значению геологических

исследований при строительстве шоссейных и грунтовых дорог. Она отметила, что в данном случае работа должна проводиться в двух направлениях. Во-первых, необходимо изучить геологическое строение местности и оценить вероятность возникновения оползней, карстовых провалов, заболачивания и т.д. «Чем правильнее и детальнее произведены геологические изыскания и изучены горные породы, тем больше пользы может извлечь как дорожное строительство, так и другие отрасли народного хозяйства» — констатировала О.А. Денисова [4, с. 588]. По ее мнению, необходимо организовывать поиск и разведку месторождений дорожных строительных материалов в непосредственной близости от места работ. Неслучайно, заканчивая статью, она отметила, что еще в 1903 г. на Первом Всероссийском съезде деятелей по практической геологии и разведочному делу «польза применения геологии в практике... была настолько выяснена, что, по словам одного из участников Съезда, значение геологии на основании всего выслушанного является таким, что, куда ни оглянься, везде нужен геолог» [4, с. 590]. О.А. Денисова подчеркнула, что «в результате геолого-технических исследований дорог накапливается обширный, интересный и полезный материал как чисто научного, так и практического характера. Важно, чтобы этот материал был общедоступным, т.е. напечатанным, чтобы всегда можно было воспользоваться опытами прежних исследований для практических целей» [4, с. 589].

В связи с индустриализацией страны, развернувшейся в 1930-х г., происходил рост гражданского и дорожного строительства, что обусловило развитие, в том числе и цементной промышленности. В 1930 г. О.А. Денисова совместно с Е.А. Ивановой<sup>5</sup> подготовили сводку по месторождениям карбонатных пород центральной части Московской области. Работа была опубликована лишь в 1934 г., но авторы включили в нее и новые данные, полученные за четыре года, прошедшие с момента подготовки публикации. Эта сводка была составлена на основе анализа литературных данных, рукописных материалов и личных полевых наблюдений авторов, благодаря которым они смогли «обобщить нередко очень разрозненные сведения о выходах и разработках карбонатных пород и давать некоторые перспективные указания для дальнейших разведочных работ в отдельных районах» [8, с. 6].

<sup>5</sup> Иванова Елена Алексеевна (1901—2005) — палеонтолог и геолог, занималась изучением брахиопод и стратиграфией карбона. Автор более 100 публикаций, в том числе 8 монографий. Доктор биологических наук (1948 г.).

В 1932 г. сотрудниками Московского геологоразведочного треста по заданию областных организаций Западной области<sup>6</sup> под руководством А.Г. Завидоной была составлена регистрационная карта полезных ископаемых региона с текстом, обобщившим огромный фактический материал по отдельным месторождениям, списком месторождений и списком литературы. Этот материал был подготовлен к печати в трех томах. В первом томе была опубликована сводка по месторождениям известняков и доломитов, составленная О.А. Денисовой и А.Э. Константинович [6]. О.А. Денисова также исследовала месторождения полезных ископаемых в Московской области, изучала геологическое строение и проводила подсчет запасов месторождений мела в Белоруссии, работала на геологической съемке в Воронежской губернии (в пределах 60-го листа).

С 1942 по 1947 г. О.А. Денисова работала старшим научным сотрудником Московского филиала ВНИГРИ, а с 1947 по 1951 г. — старшим научным сотрудником Научно-исследовательского института гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана.

О.А. Денисова вела и педагогическую деятельность. Отметим, что учительствовать она начала, еще учась в гимназии и на Высших женских курсах, и с 1906 по 1919 г. давала частные уроки. В 1921 г. от Московского отделения Геологического комитета О.А. Денисова была лектором на Постоянной промышленно-показательной выставке ВСНХ.

О.А. Денисова в 1929—1930 гг. читала лекции по «Геологии СССР» и «Полевой геологии» на курсах коллекторов при Московском геологоразведочном управлении. С полевой геологией, которой ее учили А.Б. Миссуна и А.Д. Архангельский, она была знакома хорошо. Геологию СССР она усвоила по лекциям А.Д. Архангельского, впервые разработавшего и читавшего этот курс. О.А. Денисовой посчастливилось слушать его в течение одиннадцати лет. Она писала: «В 1918 г. А.Д. Архангельский начал читать в И МГУ факультативный курс “Геология Средней России”. Этот курс привлек к себе всеобщее внимание. Этот курс слушали не только студенты, но и профессора, доценты и ассистенты, геологи и специалисты смежных дисциплин различных вузов и втузов, все геологи и научные сотрудники Моск. отд. Геологического комитета и других геологических учреждений. Приезжие в Москву геологи тоже бывали на этих лекциях» [11, д. 67, л. 7—8]. Она

<sup>6</sup> Западная область была образована в 1929 г., объединяла Смоленскую, Брянскую, Калужскую и часть Тверской губерний. Была упразднена в 1937 г.

вспоминала, что «А.Д. Архангельский ни разу не повторял своего курса. Он читал геологию Средней России, геологию юго-востока России, геологию Кавказа, Крыма, Туркестана, то подробно палеозой, то мезозой, то кайнозой всего Союза. И так в течение одиннадцати лет, которые я его слушала, Андрей Дмитриевич каждый год читал совершенно новое или сильно перестраивал свой материал, дополняя его большим количеством нового фактического материала, и освещал его глубокоими, широкими обобщениями. Все его научные работы имели свое отражение в его лекциях» [11, д. 67, л. 12—13]. О.А. Денисова отмечала, что сам А.Д. Архангельский не считал себя выдающимся лектором, к таковым он относил своего учителя профессора А.П. Павлова<sup>7</sup> и профессора минералогии Я.В. Самойлова<sup>8</sup>. Лекции последнего О.А. Денисовой довелось слушать, и, по ее впечатлениям, «Я.В. Самойлов читал очень живо, весело, наглядно свой постоянный курс минералогии. Его лекции сопровождалась различной мимикой, движениями, шуточками и т.д. Самойлов очаровывал своих слушателей своими лекциями в течение первого года. Но когда мы, группа студентов-специалистов, стали слушать его из любви к искусству второй год, что очарование его курсом постепенно исчезало. Самойлов В.Я. читал по-прежнему живо, ясно, красноречиво и талантливо, но вся мимика, движения и шуточки были приурочены к тем же самым местам, что и в предыдущий год, и для специалистов он по-прежнему хотя и оставался хорошим лектором, но лектором-актером с заранее выученными движениями и словами» [11, д. 67, л. 8—9]. По воспоминаниям О.А. Денисовой, А.Д. Архангельский, читая курс геологии СССР, «не думал специально заинтересовать аудиторию, не прибегал к красивым словам, не разбавлял свой курс водичкой, не стремился смешить слушателей, он читал ясно, толково, для не специалистов, возможно, и суховато, но для специалистов-геологов достаточно живо. Конспектировать его лекции было трудно, требовалась большая быстрота

<sup>7</sup> Павлов Алексей Петрович (1854—1929) — выдающийся отечественный геолог, стратиграф и палеонтолог, заслуженный профессор Московского университета, основатель первой в стране научной геологической школы. Академик Императорской Санкт-Петербургской академии наук по Отделению физико-математических наук (геология) (1916 г.), «Заслуженный деятель науки РСФСР» (1928 г.).

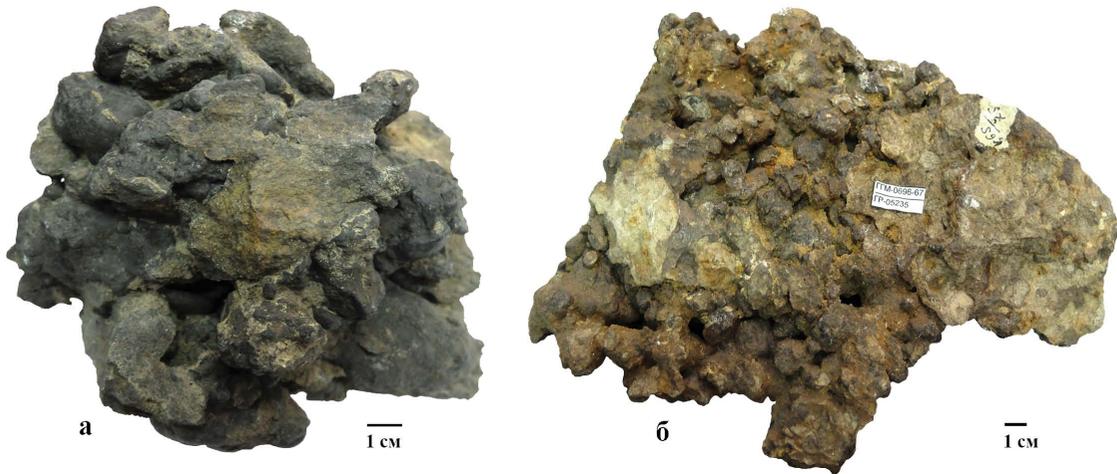
<sup>8</sup> Самойлов Яков Владимирович (1870—1925) — известный минералог, доктор геолого-минералогических наук, основатель и первый директор Научного института по удобрениям, один из основателей биогеохимии, профессор Московского университета, Московского сельскохозяйственного института и Московского коммерческого института.

записи, так у него в лекциях не было лишних слов и лишних выражений. А.Д. Архангельский в течение 2-часовой лекции давал огромный фактический материал, делал глубочайший анализ этого фактического материала и на основании его делал широкие и глубокие обобщения. Лекции А.Д. Архангельского требовали от слушателя большого напряжения и внимания» [11, д. 67, л. 10].

О.А. Денисова продолжила педагогическую деятельность в Строительном комбинате, где в 1930—1931 гг. была лектором-преподавателем геологии и гидрогеологии. В 1930—1936 гг. она была доцентом в институте землеустройства, в 1930—1941 гг. — ассистентом, а затем доцентом геологии в Московском геодезическом институте (МИИГАиК). Она преподавала также в Горном институте, Московском геологоразведочном институте, читала курс лекций по геологии и гидрогеологии в Московском торфостроительном техникуме. В 1936 г. О.А. Денисовой была присвоена ученая степень кандидата геолого-минералогических наук без защиты диссертации, а в 1946 г. Всесоюзная аттестационная комиссия утвердила ее в ученом звании доцента по кафедре геологии.

О.А. Денисова награждена медалями «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.» (1946) и «В память 800-летия Москвы» (1948). Она была действительным членом Московского общества испытателей природы.

Коллекции, собранные О.А. Денисовой во время работы в Геологическом отделе ОК КМА, сохранились до наших дней. После реорганизации МГА хранившиеся там коллекции были объединены с коллекциями МГУ и переданы во вновь образованный Московский геологоразведочный институт (МГРИ). Ныне эти коллекции находятся в составе фондов Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН (ГГМ РАН), созданного в 1987 г. на базе Геолого-палеонтологического и Минералогического музеев МГРИ. В том числе здесь хранятся представительные коллекции горных пород, собранные О.А. Денисовой в 1921 и 1922 гг. в Курской и Белгородской областях. Образцы первой коллекции, преимущественно крупные, аттрактивные, хорошей сохранности, к некоторым из них сохранились полевые этикетки О.А. Денисовой. Широко в коллекции представлены сеноманские, турон-коньякские и сантонские породы. В основании сеноманского яруса этих районов залегают пески, в коллекции это характерные глауконитовые и кварцевые пески с мелкими (5—15 мм) желваками фосфоритов, а также глауконит-слюдистые пески с конкрециями песчаников. Представлены также образцы



**Рис. 3:** а) фосфорит, агрегат желваков. 13×11×7 см. Сенومان. Курская обл., с. Щигорчик (Фонды ГГМ РАН, № ГР-05237); б) фосфорит, фрагмент плиты, 18×14×5 см. Сенومان. Курская обл., г. Щигры (Фонды ГГМ РАН, № ГР-05235)  
**Fig. 3:** а) phosphorite, nodule aggregate/ aggregate of concretions. 13x11x7 cm. Senoman. Kursk region, the village of Shchigorchik (SGM RAS, № GR-05237); б) phosphorite, fragment of phosphorite slab, 18x14x5 cm. Senoman. Kursk region., Shchigry sity (SGM RAS, № GR-05235)

из залегающего выше фосфоритового слоя — фрагмент сплошного пласта фосфоритового песчаника — «плиты» и сростки крупных желваков (рис. 3). В коллекции присутствуют образцы из вышележащего слоя «белого и серовато-белого песчанистого, глауконитового мела с мелкими фосфоритами, называемого «суркой» [2, с. 40]. Туронский и коньякский ярусы представлены мощной толщей белого писчего мела, многочисленные крупные образцы которого составляют значительную часть коллекции (рис. 4). В Старооскольском районе в верхах разреза

«мел незаметно становится более глинистым, переходит постепенно в мелоподобные мергеля до 11—12 м мощности, содержащие ископаемые» [2, с. 47]: в коллекции это мелоподобный мергель с остатками *Pecten* sp. (рис. 5). Сантонский ярус как в Щигровском, так и в Старооскольском районах залегает в виде мощной толщи слюдястых мергелей. В коллекции представлен мергель различных оттенков и текстуры. Присутствуют образцы органических остатков в виде обломков крупных раковин иноцерамид и мелких целых раковин рода *Ostrea*.



**Рис. 4.** Мел. 13×10×7. Турон-коньяк. Белгородская обл., г. Старый Оскол, р. Чуфичка (Фонды ГГМ РАН, № ГР-05205)  
**Fig. 4.** Chalk 13x10x7 cm. Turon-cognac. Belgorod region, Stary Oskol sity, Chufichka river (SGM RAS, № GR-05205)



**Рис. 5.** Мергель с отпечатком створки *Pecten* sp. 10×8,5×6. Турон-коньяк. Белгородская обл., г. Старый Оскол, р. Чуфичка (Фонды ГГМ РАН, № ГР-05213)  
**Fig. 5.** Marl with the imprint of the valve of *Pecten* sp. 10x8.5x6 cm. Turon-cognac. Belgorod region, Stary Oskol sity, Chufichka river (SGM RAS, № GR-05213)

Третичные (палеоген-неогеновые) отложения, распространенные в Старооскольском районе, представлены в коллекции песками, песчаниками, опокой и разноокрашенными глинами, а в Щигровском — песчаниками, глауконитовыми песчаниками с органическими остатками и песками.

Вторая коллекция менее представительная, в основном собрана в бассейне р. Липовый Донец

(Белгородская обл.). Интерес вызывают песчаники с многочисленными растительными отпечатками из нижней части палеогеновой толщи, обнаруженной близ с. Вислое [7].

Проведенное исследование дополнило историю формирования коллекций, хранящихся ГГМ РАН, и позволило добавить новое имя в число наших первых женщин-геологов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Архангельский А.Д.* Общий обзор работ геологического отдела за 1920—1923 годы / Труды особой комиссии по исследов. Курских магнитных аномалий при Президиуме ВСНХ. Вып. V. Труды геологич. отдела. М.: Государственное изд-во, 1924. С. 5—6.
2. *Архангельский А.Д., Денисова О.А., Крестовников В.Н.* Геологические исследования в области Щигровского и Старооскольского максимума Курской магнитной аномалии в 1921 г. / Труды особой комиссии по исследов. Курских магнитных аномалий при Президиуме ВСНХ. Вып. V. Труды геологич. отдела. М.: Государственное изд-во, 1924. С. 38—59.
3. Геологическая служба Центральные районы России. История. Открытия. Люди. М.: Геоинформцентр, 2003. 397 с.
4. *Денисова О.А.* Применение геологии в дорожном строительстве // Строительная промышленность. 1929. № 7. С. 587—590.
5. *Денисова О.А.* Геолого-поисковые изыскания дорожных строительных материалов в Икша-Дмитровском районе // Геология и полезные ископаемые Дмитровского края. Труды музея Дмитровского края. Дмитров, 1932. Сб. 1. Вып. 7. С. 175—186.
6. *Денисова О.А., Константинович А.Э.* Известняки и доломиты Западной области / Полезные ископаемые Западной области. Т. 1. Известняки и доломиты. М.—Л.: Объед. науч.-технич. изд-во НКТП СССР, 1936. 128 с.
7. *Денисова О.А., Крестовников В.Н.* Геологическое строение Белгородско-Кочетовского района области Курской магнитной аномалии / Труды особой комиссии по исследов. Курских магнитных аномалий при Президиуме ВСНХ. Вып. V. Труды геологич. отдела. М.: Государственное изд-во, 1924. С. 60—81.
8. *Иванова Е.А., Денисова О.А.* Месторождения карбонатных пород центральной части Московской области / Бюлл. Комиссии по технич. усовершенств. ИТР. М., 1934. С. 1—162.
9. *Пухонто С.К.* Мария Фридриховна Нейбург и ее вклад в изучение пермской флоры Ангариды // Труды Палеонт. об-ва. Т. II. М.: ПИН РАН, 2019. С. 121—131.
10. *Пухонто С.К., Сорока И.Л.* Ее любовь — кораллы. К 130-летию со дня рождения Елизаветы Дмитриевны Сошкиной // Материалы LXV сессии Палеонт. об-ва при РАН (1—5 апреля 2019 г., Санкт-Петербург). СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2019. С. 302—305.
11. Российский государственный архив экономики (РГАЭ). Фонд 98. Оп. 1. Денисова О.А. (1898—1972), геолог.
12. *Стародубцева И.А.* Женщины в геологии. Елена Александровна Молдавская (1891—1973) // Известия ВУЗов. Геология и разведка. 2019. № 3. С. 77—85. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2019-3-77-85>

## REFERENCES

1. Arkhangelskiy A.D. *General overview of the work of the geological Department for the years 1920—1923.* Proc. of the special Commission for research. Kursk magnetic anomalies at the Presidium of the Supreme economic Council, vol. V. Proc. of the Geological department. Moscow, State publishing house, 1924, pp. 5—6. (In Russian).
2. Arkhangelskiy A.D., Denisova O.A., Krestovnikov V.N. *Geological research in the area of Shchigrov and Starooskolsky maxima of the Kursk magnetic anomaly in 1921.* Proc. of the special Commission for research. Kursk magnetic anomalies at the Presidium of the Supreme economic Council. Vol. V. Proceedings of the Geological department. Moscow, State publishing house, 1924, pp. 38—59. (In Russian).
3. *Geological survey of the Central regions of Russia. History. Openings. People.* Moscow, Geoinformcentr, 2003, 397 p. (In Russian).
4. Denisova O.A. Application of Geology in road construction. *Stroitel'naja promyshlennost' [Construction industry]*, 1929, no. 7, pp. 587—590. (In Russian).
5. Denisova O.A. Geological and search surveys of road construction materials in the Iksha-Dmitrov district. *Geology and minerals of the Dmitrov region.* Works of the Museum of the Dmitrov region. 1932, vol. 7, pp. 175—186. (In Russian).
6. Denisova O.A., Konstantinovich A.Ye. *Limestones and Dolomites of the Western region / Minerals of the Western region.* Vol. 1. Limestones and Dolomites. Moscow—Leningrad: United scientific and technical publ. house of the NKTP of the USSR, 1936, 128 p. (In Russian).
7. Denisova O.A., Krestovnikov V.N. *Geological structure of the Belgorod-Kochetovsky district of the Kursk*

- magnetic anomaly region* // Proc. of the special Commission for research Kursk magnetic anomalies at the Presidium of the Supreme economic Council. Vol. V. Proc. of the Geological department. Moscow, State publishing house, 1924, pp. 60—81. (In Russian).
- Ivanova E.A., Denisova O.A. Deposits of carbonate rocks in the Central part of the Moscow region. Bull. Commission for technical a lawyer ITR. Moscow, 1934, pp. 1—162. (In Russian).
  - Pukhonto S.K. *Maria Friedrich Neiburg and her contribution to the Permian Flora`s study of Angaraland*. Proc. of the Paleontological society, vol. II. Moscow, PIN RAS, 2019, pp. 121—131. (In Russian).
  - Pukhonto S.K., Soroka I.L. *Her love is corals*. To the 130th anniversary of the birth of Elizabeth Dmitrievna Soshkina. Materials of the LXV session of the Paleontological society at the Russian Academy of Sciences (April 1—5, 2019, St. Petersburg). Saint Petersburg: Kartfactory: VSEGEI, 2019, pp. 302—305. (In Russian).
  - Russian state archive of Economics (RGAE) Fund 98, Inventory 1. *Denisova O.A. (1893—1972)*, geologist. (In Russian).
  - Starodubtseva I.A. *Women in Geology. Elena Aleksandrovna Moldavskaya (1891—1973)*. Proc. of Higher Educational Establishments. Geology and Exploration. 2019, no. 3, pp. 77—85. (In Russian). <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2019-3-77-85>

### ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Стародубцева И.А. — разработка концепции статьи, анализ архивных материалов и опубликованных научных статей, написание научной биографии О.А. Денисовой, подбор иллюстраций. Окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Романова В.В. — предоставление сведений о коллекциях, собранных О.А. Денисовой в фондах ГГМ РАН, анализ опубликованных научных статей, подбор образцов горных пород для фотографирования.

Iraida A. Starodubtseva — development of the concept of an article, analysis of archival materials and published scientific articles, writing a scientific biography of O. A. Denisova, selection of illustrations. Finally approved the published version of the article and agrees to take responsibility for all aspects of the work.

Vera V. Romanova — providing information about the collections collected by O. A. Denisova in the museum collections fund of the GSM RAS, analysis of published scientific articles, selection of rock samples for photographing

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Стародубцева Ираида Александровна\*** — канд. геол.-мин. наук, ведущий научный сотрудник, главный хранитель — зав. отделом фондов Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН  
11, стр. 11, ул. Моховая, г. Москва 125009, Россия  
e-mail: [iraidastar@mail.ru](mailto:iraidastar@mail.ru)  
тел.: +7 (495) 629-76-90, +7 (916) 959-30-66  
SPIN-код: 3074-5398

**Романова Вера Васильевна** — главный специалист, ответственный хранитель инвентарной группы «Горные породы» отдела фондов Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН  
11, стр. 11, ул. Моховая, г. Москва 125009, Россия  
e-mail: [vera.v.romanova@mail.ru](mailto:vera.v.romanova@mail.ru)  
тел.: +7 (495) 629-76-90, +7 (916) 815-46-50  
SPIN-код: 5016-1104

**Iraida A. Starodubtseva\*** — Cand. Sci. (Geol.-Min.), Leading Researcher, Chief Guardian — Head of Department of funds, Vernadsky State Geological Museum of RAS  
11—11, Mokhovaya str., Moscow 125009, Russia  
e-mail: [iraidastar@mail.ru](mailto:iraidastar@mail.ru)  
tel.: +7 (495) 629-76-90, +7 (916) 959-30-66  
SPIN-код: 3074-5398

**Vera V. Romanova** — Chief Specialist, Custodian of the inventory group “Rocks” of the funds department, Vernadsky State Geological Museum of RAS  
11—11, Mokhovaya str., Moscow 125009, Russia  
e-mail: [vera.v.romanova@mail.ru](mailto:vera.v.romanova@mail.ru)  
tel.: +7 (495) 629-76-90, +7 (916) 815-46-50  
SPIN-код: 5016-1104

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



## О МОНОГРАФИИ «КОЛЛЕКЦИОННЫЕ И ЮВЕЛИРНЫЕ КАССИТЕРИТЫ»

**С.В. БЕЛОВ**

ООО «ОЗГЕО»

33, Старокопюшенный пер., г. Москва 119002, Россия

### АННОТАЦИЯ

В стенах Российского государственного геологоразведочного университета (МГРИ), который многие годы осуществляет подготовку специалистов-геомологов, создан интересный и обстоятельный труд, посвященный перспективам нетрадиционного использования касситерита — минерала, известного человеку на протяжении тысячелетий.

Монография<sup>1</sup> знакомит с различными аспектами применения касситерита, а также сопутствующих ему минералов в качестве ювелирных, коллекционных и поделочных материалов. При общей тенденции роста внимания к природным минералам в последние десятилетия существенно увеличился интерес коллекционеров и производителей к нетрадиционному камнесамоцветному сырью, использованию его для ювелирной промышленности, а также к неординарным художественным изделиям из него. Объем мировой торговли в этой сфере оказывается значительным и имеет тенденцию роста. В этой связи ювелирно-поделочные касситериты, которым посвящен рецензируемый труд, в полной мере отвечают данной тенденции, и работа Д.А. Петроченкова представляется весьма актуальной. Монография впервые в мировой практике всесторонне и подробно освещает проблему и играет важную роль в популяризации рассматриваемого вида ювелирно-поделочного сырья, закладывая основу нового направления в камнесамоцветной отрасли.

Автором систематизированы и критически рассмотрены результаты ранее проведенных исследований минерального и химического состава касситеритов, дополненные обширным набором собственных современных аналитических методов. Охарактеризованы геммологические и технологические характеристики сырья, даны рекомендации по рациональному поиску, использованию и улучшению качества кристаллов. Установлены экологические параметры, показано, что содержание канцерогенных и радиоактивных элементов в ювелирных касситеритах не превышает фоновых. Описана конъюнктура рынка и изложены соображения по оптимальной организации горно-геологических работ в данной сфере.

**Ключевые слова:** геммология, месторождения олова, касситерит, ювелирные и коллекционные камни

**Для цитирования:** Белов С.В. О монографии «Коллекционные и ювелирные касситериты». *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2020;63(3):92—96. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-92-96>

*Статья поступила в редакцию 30.01.2020*

*Принята к публикации 30.05.2020*

*Опубликована 09.11.2020*

<sup>1</sup> Петроченков Д.А. Коллекционные и ювелирные касситериты. М.: Горная книга, 2019. 280 с.

## ABOUT THE MONOGRAPH “COLLECTION AND JEWELRY CASSITERITE”

SERGEY V. BELOV

LLC “OZGEO”

33, Starokonyushenny lane, Moscow 119002, Russia

### ABSTRACT

Specialists of the Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting (MGRI), which had been training gemologists for many years, conducted an interesting and substantial study devoted to a non-traditional use of cassiterite, a mineral known to man for millennia.

The monograph<sup>2</sup> under review discusses various aspects of the use of cassiterite, as well as its accompanying minerals, for producing jewelry, collection and ornamental materials. Given the increasing popularity of natural minerals in recent decades, there is a growth of interest among collectors and manufacturers in non-traditional semi-precious stone raw materials and their use in the jewelry industry. The world trade in this area is significant and continues to demonstrate an increasing trend. In this regard, the work of D.A. Petrochenkov devoted to jewelry and ornamental cassiterites seems to be highly relevant. For the first time in world practice, the monograph comprehensively covers questions concerning cassiterite and its application, thus contributing to popularization of cassiterite jewelry and craftsmanship and laying the foundation for a new direction in the semi-precious stone industry.

The author of the monograph critically reviewed the results of previous studies on the mineral and chemical composition of cassiterite and added an extensive set of his own analytical methods. The gemological and technological characteristics of cassiterite minerals were given, along with recommendations on their rational search, use and quality improvement. In term of ecological parameters, it was shown that the content of carcinogenic and radioactive elements in jewelry cassiterites does not exceed the background values. The market conditions were described, and recommendations on the organization of mining and geological work in this sphere were presented.

**Keywords:** cassiterite, tin, jewelry and collection stones

**For citation:** Belov S.V. About the monograph “Collection and jewelry cassiterite”. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2020;63(3):92—96. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-92-96>

*Manuscript received 30 January 2020*

*Accepted 30 May 2020*

*Published 09 November 2020*

<sup>2</sup> Petrochenkov D.A. Collection and jewelry Cassiterite. Moscow: Gornaya kniga, 2019. 280 p.

В первой главе автор знакомит с историей касситерита. Наглядно показывает, что развитие человеческого общества тесно связано с этим минералом, фактически определившим бронзовый век в человеческой истории. При этом отрадно, что существенный объем занимает информация о древней добыче касситерита на территории бывшего СССР. Олово, как известно, относится к числу стратегических металлов. Поэтому читатель, наверное, с сожалением узнает, что производство его в концентрате в России существенно сократилось. Однако отметим, что по разведанным запасам олова Россия занимает ведущее положение в мире.

Во второй главе проведенный анализ коллекций и литературных данных позволил автору выделить наиболее перспективные рудно-формационные и промышленные типы месторождений с коллекционным и ювелирным касситеритом.

Убедительно показано, что кварцевый промышленный тип представляет наибольший интерес для поиска коллекционных и ювелирных кристаллов касситерита. Только в РФ автором установлено 27 месторождений с крупным касситеритом, и все уникальные по размерам кристаллы связаны с этим типом месторождений. Поэтому логично, что в следующих главах детально рассмотрены примеры данных объектов.

Д.А. Петроченков

## Коллекционные и ювелирные КАССИТЕРИТЫ



В третьей главе подробно описано месторождение Иультин, которое, несомненно, является уникальным по крупности касситерита. Читатель увидит феноменальную друзу кристаллов касситерита размером 140×110×100 мм и массой 16 кг. Убедительно обосновывается, что крупные (более 50 мм), а тем более уникальные по размерам кристаллы сосредоточены в жильном типе рудных тел, залегающих в осадочных ороговикованных породах верхних горизонтов месторождения. Автор показывает, что все кристаллы касситерита содержат различного рода включения, влияющие на чистоту и прозрачность ограночного сырья. Определены их виды: одно-, двух- и трехфазные. Прозрачные шлифы касситерита наглядно иллюстрируют морфологию включений. Информация по включениям, пожалуй, уникальна. Некоторые из них обнаружены впервые. Электронно-зондовыми исследованиями выявлены типоморфные элементы примеси, определяющие окраску касситерита, а также ряд минеральных микрофаз и намечены тенденции их распределения. Изучен химический состав касситерита и его микроструктурные особенности. Показано, как в микропрожилках

формируется вторичный касситерит. Интересны многочисленные спектрограммы. Этот раздел насыщен фактическим материалом и имеет самостоятельное минералогическое значение. Желающий узнать тонкости строения кристаллов касситерита найдет здесь исчерпывающую информацию.

Заметим, что планы комплексного развития арктических территорий России, в т.ч. Чукотки, ставят в повестку дня проблему рационального, комплексного использования минерального сырья, заключенного в ее недрах. В этой связи вопрос попутной добычи кристаллов ювелирного касситерита из руд оловянного месторождения Иультин является весьма своевременным.

Глава четвертая посвящена касситериту еще одного уникального российского месторождения — Мерек. Приведены многочисленные параметры и геммологические характеристики образцов. Показано, что так же, как и на Иультине, кристаллы содержат различные включения, определяющие чистоту и прозрачность сырья. Наиболее крупными являются вроски касситерита в основном кристалле. Наблюдаются группы тонких вытянутых включений, имеющих субпараллельную ориентировку, которая, как справедливо указывает автор, свидетельствует о направлении напряжений и деформаций кристалла. Важный раздел посвящен распределению элементов-примесей. Показано, что уровень тона касситерита, вероятно, связан с дефектами его кристаллической структуры. Спектрограммы свидетельствуют о высокой химической чистоте касситерита месторождения. Тем не менее в мерекском касситерите автором выявлены разнообразные микровключения.

Глава пятая посвящена изучению деревянистого олова и его пригодности для ювелирного дела. Это осуществлено на представительном материале из месторождения Джалиндинское (Хабаровский край), россыпей Тыноокен (В. Чукотка) и Доминион Крик (Канада). Описывая объекты, Д.А. Петроченков показывает, что для деревянистого олова Джалиндинского месторождения характерно сочетание зон светло-серой, серой и темно-серой окраски, и важную роль в строении почковидных агрегатов играет взаимоотношение касситерита с кварцем, среди которого он располагается. Проиллюстрировано, что в деревянистом олове в большом количестве присутствуют трещинки, пустотки и мелкие поры, отчетливо проявлено радиально-концентрическое строение почек. Д.А. Петроченков не без оснований поддерживает мнение предыдущих исследователей о том, что красный цвет касситерита в деревянистом

олове является вторичным и связан с оксидом железа. В результате проведенных им исследований в деревянистом олове Джалиндинского месторождения обнаружены включения джалиндита, а также впервые на данном месторождении выявлены включения акантита, прайзингерита, самородного висмута и монацита.

Характеризуя деревянистое олово россыпи Тыноокен на Чукотке, автор показывает, что оно возникло как результат разрушения оловянного проявления риолитового типа. Описываются особенности деревянистого олова. Выделены светлые и темные микрзоны и большое количество пор размером 1—5 мкм. Темные зоны и красно-коричневые характеризуются высокими содержаниями Fe, As и более низкими Sn. Похожая ситуация имеет место и на россыпном месторождении Доминион Крик в северо-западной части Канады. Деревянистое олово этой россыпи имеет зонально-кольцевое строение и содержит большое количество пор. Выделяются зоны по цвету, структурным особенностям и содержаниям химических элементов. Размер и форма кристаллов касситерита в различных зонах колеблется в широком диапазоне. Установлены микровключения алюмосиликатов и кварца, выполняющие поры в деревянистом олове. Кристаллы касситерита имеют различные цветовые оттенки. В микрзонах темно-серого цвета фиксируется более высокое содержание Si, Fe и соответственно более низкое Sn.

Весьма важной является шестая глава, рассматривающая факторы, определяющие качество коллекционного и ювелирного касситерита. Можно согласиться и с его мнением о том, что зональное строение кристаллов, характерное для всех типов месторождений, указывает на периодическое изменение физико-химического состава раствора и его окислительно-восстановительных (Eh) свойств. Вместе с тем выполненный обзор литературы показал, что природа окраски касситерита обусловлена многими факторами, роль которых остается до конца не ясной и требует дальнейшего изучения. В то же время подчеркнута, что главной отличительной особенностью окраски касситерита является сильная зональность: узкие зоны и отдельные участки темноокрашены, в то время как промежутки между ними имеют светло-коричневый цвет. Заметим, что для инструментального анализа цвета автором была использована специально сконструированная установка. Изучено также влияние гамма-облучения и термообработки на изменение окраски касситерита. Это, несомненно, имеет важное практическое значение,

позволяя улучшить его декоративные качества — осветлять и получать более яркие желтые и оранжевые цвета.

Помимо прочего, в данной главе рассмотрены факторы, определяющие размер и прозрачность кристаллов. Несомненно, что размер кристаллов касситерита определяется продолжительностью роста, температурой, давлением, составом рудообразующих растворов, объемом свободного пространства и минеральными ассоциациями. Опираясь на гипотезу известного кристаллографа Н.В. Белова о росте крупных кристаллов, Д.А. Петроченков иллюстрирует вероятную модель образования рудной жилы с крупными кристаллами касситерита. При этом важными представляются практические следствия из нее вытекающие, определяющие направленность поиска. Не без оснований утверждается, что на месторождениях кварцевого типа наиболее крупные кристаллы касситерита расположены в верхних частях жил, которые своими корнями уходят в грейзены, расположенные в апикали гранитов. В верхних частях жил крупные кристаллы коллекционного и ограночного качества расположены в полостях-занорышах, в нижних — в мусковит-кварцевых оторочках.

Чисто практическим аспектом для рассматриваемого сырья являются виды огранки. Этот фактор особенно важен для повышения стоимости касситерита, крупные кристаллы которого, а тем более с прозрачными зонами, в природе редки. Автор на основе изучения геммологических характеристик касситерита приводит рекомендации по его обработке и видам огранки. При этом резонны заключения о целесообразности использования естественных граней кристалла, мелких щеточек и друз, вставок деревянистого олова с фасетной огранкой, а также картин из камня. Приведенные фотографии иллюстрируют перспективность такого подхода.

Заключительная седьмая глава посвящена критериям поиска и особенностям добычи коллекционного и ювелирного касситерита. В условиях отсутствия опыта целевой планомерной добычи данного камнесамоцветного сырья в РФ это раздел видится весьма полезным, давая в руки потенциальных инвесторов материал для принятия позитивных технико-экономических решений. Без сомнения, коллекционное и ювелирное сырье может являться важным фактором в повышении рентабельности месторождений. Представляется, что было бы целесообразным дополнить эту главу примером расчета основных технико-экономических показателей

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ / CRITICS AND BIBLIOGRAPHY

проекта добычи и переработки данного вида кам-несамоцветного сырья.

В заключение резюмируются основные итоги работы, а в приложениях, представляющих собой своеобразную базу данных, приводятся высококачественные фотографии разнообразных кристаллов касситерита и получаемых из него изделий.

Подводя итоги, следует подчеркнуть, что рассмотренное монографическое исследование выполнено в русле поддерживаемой на федеральном уровне идеи о приоритетном развитии

инновационных направлений в отечественной науке. В данном случае речь идет об инновационно-сырьевом сегменте экономики, традиционно имеющем для России важную народно-хозяйственную значимость. Несомненно, что книга будет весьма полезной для геологов, минералогов, геммологов, ювелиров, дизайнеров, огранщиков, а также предпринимателей, занимающихся добычей и переработкой ювелирного сырья, студентов и аспирантов вузов, для всех неравнодушных к красоте камней-самоцветов.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Белов Сергей Викторович** — доктор геолого-минералогических наук, академик РАН, главный научный консультант ООО «ОЗГЕО»  
33, Староконюшенный пер., г. Москва 119002, Россия  
e-mail: [belov.s-2011@yandex.ru](mailto:belov.s-2011@yandex.ru)

**Sergey V. Belov** — Dr. of Sci. (Geol.-Min.), Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Principal Scientific Advisor LLC “OZGEO”  
33, Starokonyushenny lane, Moscow 119002, Russia  
e-mail: [belov.s-2011@yandex.ru](mailto:belov.s-2011@yandex.ru)

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПУТЕВОДИТЕЛЬ

Группа выпускников МГРИ работает над созданием **Путеводителя по местам геологических экскурсий** под эгидой Школьного Факультета МГРИ, одной из старейших юношеских геологических организаций России. **Путеводитель** будет выпускаться в виде серии томов, каждый из которых посвящен отдельному региону, и в течение нескольких лет покроет территорию всей современной России и ближнего зарубежья.

В настоящее время ко Дню геолога готовится к печати 1-й том, посвященный Кольскому полуострову и Карелии. Авторами статей 1-го тома стали канд. геол.-минерал. наук, доцент геологического факультета МГУ Борис Борисович Шкурский, канд. геол.-минерал. наук, научный сотрудник ИГЕМ РАН Николай Станиславович Серебряков, руководитель управления геологии твердых полезных ископаемых Роснедра Алексей Вячеславович Руднев, минералог и коллекционер, создатель нескольких минералогических музеев Николай Игоревич Фришман.

Также в текущем году выйдет 2-й том, где будут описаны интересные геологические объекты на севере Русской плиты и кряже Ветренный Пояс (Архангельская, Вологодская, Костромская и Кировская области).

В Путеводителе дается краткое геологическое описание территории, наиболее интересных и доступных для посещения объектов, таких как действующие и заброшенные рудники, карьеры, отвалы, естественные обнажения, местные геологические музеи; указаны места возмож-



ных стоянок, сведения о необходимом снаряжении, адреса гостиниц; описаны с возможной полнотой минералогические и палеонтологические находки и другие особенности, могущие представлять интерес не только для юных геологов, но и для уже состоявшихся специалистов.

Книга имеет компактный формат, а также снабжена цветными картами и иллюстрациями.

Проект некоммерческий, осуществляется силами волонтеров, на основании уникальных авторских материалов, путевых заметок и открытых источников.

Одна из главных целей проекта — развивать интерес юношества к поиску и открытиям природных богатств на территории нашей огромной и прекрасной страны, да и планеты Земля в целом. Книга будет интересна также практикующим геологам, коллекционерам и любознательным путешественникам. Издание будет распространяться бесплатно при спонсорской помощи по геологическим кружкам школ России, а также поступит в свободную продажу для обеспечения расходов на типографию и поддержку Школьного Факультета МГРИ.

Предварительный заказ на 1-й том (Кольский п-ов и Карелия) и 2-й том (Русский Север) Геологического путеводителя можно оставить в компании «Камневеды», которая является главным спонсором издания, по телефону +7 (495) 984-83-87, или отправив письмо на адрес [info@kamnevedy.ru](mailto:info@kamnevedy.ru).

Мы приглашаем к сотрудничеству геологические кружки, музеи, частные компании, геологов и коллекционеров, готовых внести посильный вклад в создание Геологического путеводителя по России, а также спонсоров, желающих послужить этому благородному делу. С предложениями можно обратиться к главному редактору проекта Ериклинцеву Владимиру Владимировичу по адресу: [geoguide.mgri@gmail.com](mailto:geoguide.mgri@gmail.com).





## МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «НЕФТЕГАЗОВАЯ НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ — ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РОЛЬ В РАЗВИТИИ НЕФТЕГАЗОВОГО ДЕЛА»

посвященная 100-летию подготовки инженеров-нефтяников в России  
и кафедры геологии и разведки месторождений углеводородов  
Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе (МГРИ)

### ПРИВЕТСТВИЕ ОРГАНИЗАТОРОВ КОНФЕРЕНЦИИ

**Уважаемые коллеги! Дорогие друзья!**



**Вадим Александрович  
Косьянов**



**Вагиф Юнус оглы  
Керимов**

Приглашаем вас принять участие в Международной научной конференции «**Нефтегазовая наука и образование — история становления и роль в развитии нефтегазового дела**», посвященной 100-летию подготовки инженеров-нефтяников в России и кафедры геологии и разведки месторождений углеводородов Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе (МГРИ). Подготовка специалистов-нефтяников в России началась с 1920 года на **кафедре нефтяного дела** Московской горной академии, созданной по инициативе академика Ивана Михайловича Губкина — выдающегося советского геолога-нефтяника, общественного и государственного деятеля, возглавившего кафедру

с 5 августа 1920 года, а с 1922 года ставшего ректором Московской горной академии. История современной кафедры **геологии и разведки месторождений углеводородов** начинается со времени, когда сто лет тому назад на горном факультете Московской горной академии была создана **кафедра нефтяного дела**. В 1924 году она была переименована в кафедру **геологии нефти** и состоялся **первый выпуск геологов-нефтяников**. Правопреемница созданной в 1920 году кафедры нефтяного дела — кафедра «Геология и разведка месторождений углеводородов» сегодня стала одним из ведущих центров нефтегазовой науки и образования России.

Приглашаем принять участие в предлагаемом открытом диалоге, в результате которого будут найдены эффективные методы организации учебного процесса, фундаментальных научных исследований и инновационных технологий, обеспечивающих повышение эффективности прогноза, поисков, разведки и разработки месторождений углеводородного сырья.

**Вадим Александрович Косьянов**

*Председатель Организационного комитета,  
ректор Российского государственного  
геологоразведочного университета  
имени Серго Орджоникидзе*

**Вагиф Юнус оглы Керимов**

*Сопредседатель Организационного комитета,  
заведующий кафедрой геологии и разведки  
месторождений УВ, Заслуженный геолог РФ*

## О КОНФЕРЕНЦИИ

### **Тема пленарных заседаний**

Пути совершенствования нефтегазового образования, фундаментальных исследований и инновационных технологий, обеспечивающих повышение эффективности прогноза, поисков, разведки и разработки месторождений углеводородного сырья.

### **Темы круглых столов**

1. Геодинамика осадочных бассейнов, формирование месторождений нефти и газа и новых источников углеводородного сырья; нефть больших глубин.
2. Разработка методов прогноза и оценки ресурсов традиционных и нетрадиционных источников углеводородного сырья.
3. Ресурсы арктического шельфа, перспективы и проблемы их освоения.
4. Региональная геология и бассейновое моделирование.
5. Разработка новых эффективных, экологически щадящих, ресурсосберегающих технологий поисков, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений.

### **Секция молодых ученых**

Молодые ученые и специалисты, аспиранты и студенты, чья работа только начинает формироваться и которые хотят выступить на конференции, а также получить квалифицированную консультацию по проводимым ими работам, в том числе диссертационным работам, могут подать заявку на участие и тезисы докладов в эту секцию.

**Место проведения:** Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе.

**Сроки проведения:** первая декада октября 2021 года.

## ПРАВИЛА И СРОКИ ПОДАЧИ ЗАЯВОК НА УЧАСТИЕ В КОНФЕРЕНЦИИ И ТЕЗИСОВ

Участие в мероприятии доступно очно и онлайн. Докладчикам будет предоставлена возможность представить свой доклад дистанционно. С правилами и сроками подачи заявок на участие в конференции и тезисов можно ознакомиться на сайтах университета и конференции.

## ПУБЛИКАЦИИ

Публикуемые тезисы докладов будут размещены в РИНЦ. Авторам докладов на пленарном заседании предлагается также подать свои материалы в виде статьи для публикации в «Горном Журнале» (индексируется в системе Scopus), а для докладов на круглых столах — для публикации в журнале «Известия вузов. Геология и разведка» (входит в перечень журналов ВАКа). С правилами и условиями публикаций тезисов можно ознакомиться на сайтах университета и конференции. С правилами и условиями публикаций статей в «Горном Журнале» и журнале «Известия вузов. Геология и разведка» можно ознакомиться на сайтах этих изданий.

## КОНТАКТЫ

<http://www.oilandgasscience.com/>

<https://inlnk.ru/WyR5B> или <https://mgri.ru/>





