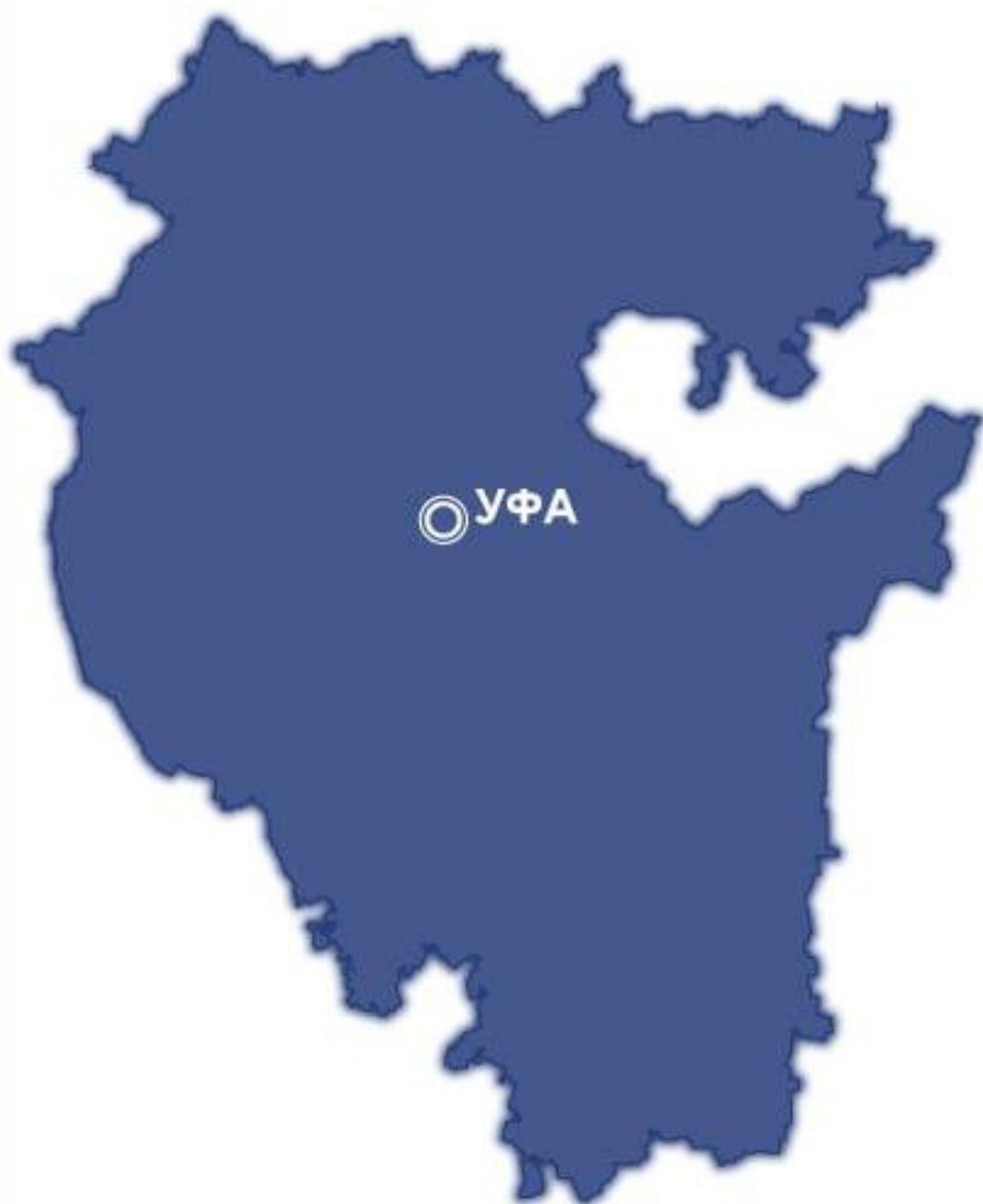


ГЕОЛОГИЯ

**АКАДЕМИЯ НАУК
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**



**Известия Отделения наук
о Земле и природных ресурсов**

Сетевое издание
Учредитель и издатель:
ГБНУ «Академия наук
Республики Башкортостан»

Online edition
Founder and Publisher:
GBNU "Academy of Sciences
Republic of Bashkortostan"

**Геология. Известия
Отделения наук о Земле
и природных ресурсов**

**Geology. Proceedings
of the Department
of Earth Sciences
and Natural Resources**

16+

№ 4 (33), 2023
ЭЛ № ФС 77 – 85908 от 18.09.2023
Роскомнадзор (г.Москва)
ISSN 1728-7634
DOI 10.24412/1728-7634-2023-4

16+

№ 4 (33), 2023
EL No. FS 77 – 85908 dated 09/18/2023
Roskomnadzor (Moscow)
ISSN 1728-7634
DOI 10.24412/1728-7634-2023-4

**Уфа
2023**

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

БАЛИУЛЛИН Рим Абдуллович, академик-секретарь Отделения наук о Земле и нефтегазовых технологий, государственное бюджетное научное учреждение «Академия наук Республики Башкортостан», академик Академии наук Республики Башкортостан; заведующий кафедрой геофизики ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», доктор технических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

КУЗНЕЦОВА Альфия Рашитовна, начальник отдела по подготовке научных журналов, государственное бюджетное научное учреждение «Академия наук Республики Башкортостан», доктор экономических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация

МАСАГУТОВ Рим Хакимович, член-корреспондент Академии наук Республики Башкортостан, государственное бюджетное научное учреждение «Академия наук Республики Башкортостан», доктор геолого-минералогических наук, профессор, заслуженный геолог Российской Федерации, заслуженный геолог Республики Башкортостан, г. Уфа, Российская Федерация

САВЕЛЬЕВ Дмитрий Евгеньевич, Главный научный сотрудник, Институт геологии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской Академии наук», доктор геолого-минералогических наук, г. Уфа, Российская Федерация

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

АНДРЕЕВ
Вадим Евгеньевич

Член-корреспондент Академии наук Республики Башкортостан, ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан», доктор технических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация

БЕЛОГУБ
Елена Витальевна

Заместитель директора по научной работе, ФГБУН «Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии Уральского отделения Российской Академии наук», доктор геолого-минералогических наук, доцент, г. Миасс, Челябинская область, Российская Федерация

БРУСНИЦЫН
Алексей Ильич

Заведующий кафедрой минералогии, Институт наук о Земле ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», доктор геолого-минералогических наук, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

ВИКЕНТЬЕВ
Илья
Владимирович

Главный научный сотрудник, Институт геологии рудных месторождений, минералогии, петрографии и геохимии Российской академии наук, доктор геолого-минералогических наук, г. Москва, Российская Федерация

ЗНАМЕНСКИЙ
Сергей Евгеньевич

Заведующий лабораторией палеовулканологии и металлогении, Институт геологии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской Академии наук», доктор геолого-минералогических наук, г. Уфа, Российская Федерация

ИБЛАМИНОВ
Рустем
Гильбрахманович

Профессор ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», доктор геолого-минералогических наук, доцент, г. Пермь, Российская Федерация

КАЗАНЦЕВА

Тамара
Тимофеевна

Академик Академии наук Республики Башкортостан, ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан»; главный научный сотрудник, Институт геологии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской Академии наук», доктор геолого-минералогических наук, г. Уфа, Российская Федерация

КИСИН

Александр
Юрьевич

Заведующий лабораторией геохимии и рудообразующих процессов, Институт геологии и геохимии им.акад. А.Н. Заварицкого, Уральское отделение Российской Академии наук, доктор геолого-минералогических наук, г. Екатеринбург, Российская Федерация

КИСЛОВ

Евгений
Владимирович

Ведущий научный сотрудник ФГБУН Геологический институт им. Н.Л. Добрецова Сибирского отделения Российской академии наук, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, г. Улан-Удэ, Российская Федерация

КНЕЛЛЕР

Леонид Ефимович

Профессор кафедры разведки и разработки нефтяных и газовых скважин, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (филиал в г. Октябрьский), научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт геофизических исследований геологоразведочных скважин (г. Октябрьский), доктор технических наук, профессор, г. Октябрьский, Российская Федерация

КОВАЛЕВ

Сергей
Григорьевич

Директор Института геологии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской Академии наук», доктор геолого-минералогических наук, г. Уфа, Российская Федерация

КОТЕНЕВ

Юрий Алексеевич

Заведующий кафедрой «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», доктор технических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация

ЛОБАНКОВ

Валерий
Михайлович

Профессор кафедры «Геофизические методы исследований», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», доктор технических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация

МУСТАФИН

Сабир Кабирович

Профессор кафедры геологии, гидрометеорологии и геоэкологии, ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация

ПОПКОВ

Василий Иванович

Профессор кафедры нефтяной геологии, гидрогеологии и геотехники, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Краснодар, Российская Федерация

ПУЧКОВ

Виктор Николаевич

Член-корреспондент Российской Академии наук, главный научный сотрудник Институт геологии и геохимии им.акад. А.Н. Заварицкого, Уральское отделение Российской Академии наук, доктор геолого-минералогических наук, г. Екатеринбург, Российская Федерация

ПРИЩЕПА

Олег Михайлович

Заведующий кафедрой геологии нефти и газа, ФГБОУ ВО «Санкт-петербургский горный университет», доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

- САВЕЛЬЕВ**
Виктор Алексеевич
Заведующий кафедрой геологии нефти и газа, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Ижевск, Российская Федерация
- СНАЧЕВ**
Александр
Владимирович
Ведущий научный сотрудник, Институт геологии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской Академии наук», кандидат геолого-минералогических наук, г. Уфа, Российская Федерация
- УСПЕНСКИЙ**
Борис Вадимович
Заведующий кафедрой геологии нефти, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Казань, Российская Федерация
- ЧАЙКОВСКИЙ**
Илья Иванович
Заведующий лабораторией геологии месторождений полезных ископаемых, ФГБУН «Горный институт» Уральского отделения Российской академии наук, доктор геолого-минералогических наук, г. Пермь, Российская Федерация
- ЧЕРНЫШОВ**
Алексей Иванович
Заведующий кафедрой петрографии Геолого-географического факультета, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Томск, Российская Федерация
- ШУМИЛОВ**
Александр
Владимирович
Профессор кафедры геофизики, ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», доктор технических наук, доцент, г. Пермь, Российская Федерация.
- Международная редакционная коллегия:**
- АЖГАЛИЕВ**
Дулат Калимович
Руководитель научного центра по геологии, геофизике и геохимии, Некоммерческое акционерное общество «Атырауский университет нефти и газа им.Сафи Утебаева», доктор геолого-минералогических наук, доцент, г. Атырау, Республика Казахстан
- ЖОЛТАЕВ**
Герой Жолтаевич
Директор ТОО «Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Алматы, Казахстан

Технический редактор Курманова Л.И.

Журнал выходит 4 раза в год.

Адрес учредителя, редакции и издателя: 450008, г. Уфа, ул. Кирова, 15.

Тел./Факс: +7 (347) 276-40-77.

Электронная почта: geology-akademia@yandex.ru

© ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан», 2023

∞ ∞ ∞

Научные специальности, по которым публикуются статьи в сетевом издании

«Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов»

1.6.1 Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика

1.6.3 Петрология, вулканология

1.6.4 Минералогия, кристаллография. Геохимия. Геохимические методы поисков полезных ископаемых.

1.6.6 Гидрогеология

1.6.9 Геофизика

1.6.10 Геология, поиск, разведка твердых полезных ископаемых, минерагения

1.6.11 Геология, поиск, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

1.6.21 Геоэкология

2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр

2.8.4 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

THE EDITORIAL BOARD OF THE REVIEWED SCIENTIFIC PUBLICATION

Editor-in-Chief: **VALIULLIN** Rim Abdullovich, Academician-Secretary of the Department of Earth Sciences and Oil and Gas Technologies, GBNU "Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan", Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan; Head of the Department of Geophysics, Ufa University of Science and Technology, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ufa, Russian Federation

Deputy Editor-in-Chief: **KUZNETSOVA** Alfiya Rashitovna, Head of the Department for the preparation of scientific journals, GBNU "Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan", Doctor of Economics, Professor, Ufa, Russian Federation

MASAGUTOV Rim Khakimovich, Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, GBNU "Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan", Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Honored Geologist of the Russian Federation, Honored Geologist of the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russian Federation

SAVELYEV Dmitry Evgenievich, Leading Researcher of the Institute of Geology, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Ufa, Russian Federation

EDITORIAL BOARD:

ANDREEV
Vadim
Evgenievich Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, GBNU "Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan", Doctor of Technical Sciences, Professor, Ufa, Russian Federation

BELOGUB
Elena Vitalievna Deputy Director for Research, FSBSI "South Ural Federal Scientific Center for Mineralogy and Geocology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences", Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Miass, Chelyabinsk Region, Russian Federation

BRUSNITSYN
Alexey Ilyich Head of the Department of Mineralogy, Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State University, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, St. Petersburg, Russian Federation

VIKENT'EV
Ilya Vladimirovich Chief Researcher, Institute of Geology of Ore Deposits, Mineralogy, Petrography and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Moscow, Russian Federation

ZNAMENSKY
Sergey Evgenievic Head of the Laboratory of Paleovolcanology and Metallogeny, Institute of Geology, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geology and Mineralogy, Ufa, Russian Federation

IBLAMINOV
Rustem
Gilbrakhmanovich Professor of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Perm State National Research University", Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Perm, Russian Federation

KAZANTSEVA
Tamara
Timofeevna Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, GBNU "Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan"; Chief Researcher, Institute of Geology, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geology and Mineralogy, Ufa, Russian Federation

KISIN Alexander Yurievich	Head of the Laboratory of Geochemistry and Ore Forming Processes, Institute of Geology and Geochemistry named after V.I. acad. A.N. Zavaritsky Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Yekaterinburg, Russian Federation
KISLOV Evgeny Vladimirovich	Leading Researcher, Geological Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Ulan-Ude, Russian Federation
KNELLER Leonid Efimovich	Professor of the Department of Exploration and Development of Oil and Gas Wells, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa State Petroleum Technological University" (branch in Oktyabrsky), Research and Design Institute for Geophysical Research of Geological Exploration Wells, Doctor of Technical Sciences, Professor, Oktyabrsky, Russian Federation
KOVALEV Sergey Grigorievich	Director of the Institute of Geology of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences", Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Ufa, Russian Federation
KOTENEV Yuri Alekseevich	Head of the Department "Geology and Exploration of Oil and Gas Fields", FSBEI HE "Ufa State Petroleum Technological University", Doctor of Technical Sciences, Professor, Ufa, Russian Federation
LOBANKOV Valery Mikhailovich	Professor of the Department of Geophysical Methods of Research, FSBEI HE "Ufa State Petroleum Technological University", Doctor of Technical Sciences, Professor, Ufa, Russian Federation
MUSTAFIN Sabir Kabirovich	Professor of the Department of Geology, Hydrometeorology and Geoecology, Ufa University of Science and Technology, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ufa, Russian Federation
POPKOV Vasily Ivanovich	Professor of the Department of Petroleum Geology, Hydrogeology and Geotechnics, Kuban State University, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Krasnodar, Russian Federation
PRISHCHEPA Oleg Mikhailovich	Head of the Department of Geology of Oil and Gas, St. Petersburg Mining University, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, St. Petersburg, Russian Federation
PUCCHKOV Viktor Nikolaevich	Chief Researcher of the Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Yekaterinburg, Russian Federation
SAVELYEV Viktor Alekseevich	Head of the Department "Geology of Oil and Gas", Institute of Oil and Gas named after M.S. Gutserieva, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Izhevsk, Russian Federation
SNACHEV Aleksandr Vladimirovich	Leading Researcher of the Institute of Geology, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Ufa, Russian Federation
USPENSKY Boris Vadimovich	Head of the Department of Petroleum Geology, Kazan (Volga Region) Federal University, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Kazan, Russian Federation
CHAIKOVSKY Ilya Ivanovich	Head of the Laboratory of Geology of Mineral Deposits of the Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Perm, Russian Federation

CHERNYSHOV
Alexey Ivanovich

Head of the Department of Petrography of the Faculty of Geology and Geography, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research Tomsk State University", Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Tomsk, Russian Federation

SHUMILOV
Aleksandr
Vladimirovich

Professor of the Department of Geophysics, Perm State National Research University, Doctor of Technical Sciences, Professor, Perm, Russian Federation

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD:

AZH GALIEV
Dulat Kalimovich

Head of the Scientific Center for Geology, Geophysics and Geochemistry Non-profit joint-stock company «Atyrau University of Oil and Gas named after Safi Utebaev», Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Atyrau, Republic of Kazakhstan

ZHOLTAEV Hero
Zholtaevich

Director of LLP "Institute of Geological Sciences named after. K. I. Satpaeva, doctor of geological and mineralogical sciences, Professor, Almaty, Republic of Kazakhstan

Technical editor Kurmanova L.I.

The scientific journal is published 4 times a year.

Editorial office: 450008, Ufa, ul. Kirova, 15. Tel. / Fax: +7 (347) 276-40-77.

E-mail: geology-akademia@vandex.ru

© GBNU "Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan", 2023

СЕТЕВОЕ ИЗДАНИЕ
«Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов»
СОДЕРЖАНИЕ № 4 (33) 2023

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

- Казанцева Тамара Тимофеевна.** Структурный фактор в теоретической геологии к методологическим аспектам
DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-12-23 12
- Кислов Евгений Владимирович, Кислов Андрей Евгеньевич, Базарова Лариса Дашидондоковна.** Памятники природы проектируемого геопарка «Долина Селенги»
DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-24-51 24
- Котенёв Юрий Алексеевич, Халиков Альмир Наилевич, Шабрин Никита Владиславович, Чибисов Александр Вячеславович.** Оценка гидродинамического взаимодействия скважин и эффективности заводнения на основе геологопромысловых данных
DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-52-68 52
- Котенёв Юрий Алексеевич, Чиликин Виктор Максимович, Климин Руслан Валерикович.** Геолого-промысловые критерии дифференциации остаточных запасов нефти и способы их освоения
DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-69-82 69
- Панина Ольга Владимировна, Донцова Ольга Леонидовна.** Выявление особенностей нефтегазоносности продуктивных пластов Озек-Суатского месторождения Восточно-Предкавказской нефтегазоносной области
DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-82-98 82
- Попков Василий Иванович, Попков Иван Васильевич, Дементьева Ирина Евгеньевна.** Роль глубинных флюидов в формировании резервуаров углеводородов в триасовых отложениях Скифско-Туранской платформы
DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-99-112 97

ONLINE EDITION
"Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences
and Natural Resources"
CONTENTS № 4 (33) 2023

EARTH SCIENCES

- Kazantseva Tamara Timofeevna*. Structural factor in theoretical geology to methodological aspects
DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-12-23 **12**
- Kislov Evgeny Vladimirovich, Kislov Andrey Evgenievich, Bazarova Larisa Dashidondokovna*. Natural monuments of the projected geopark “Valley of Selenga”
DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-24-51 **24**
- Kotenev Yuri Alekseevich, Khalikov Almir Nailevich, Shabrin Nikita Vladislavovich, Chibisov Alexander Vyacheslavovich*. Assessment of hydrodynamic interaction of wells and waterflooding efficiency based on geological field data
DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-52-68 **52**
- Kotenev Yuri Alekseevich, Chilikin Viktor Maksimovich, Klimin Ruslan Valerikovich*. Geological and field criteria for differentiation of residual oil reserves and methods for their development
DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-69-82 **69**
- Panina Olga Vladimirovna, Dontsova Olga Leonidovna*. Identification of the oil and gas potential features of productive formations of the Ozek-Suat field in the East Pre-Caucasus oil and gas region
DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-82-98 **82**
- Popkov Vasily Ivanovich, Popkov Ivan Vasilievich, Dementyeva Irina Evgenievna*. The role of deep fluids in the formation of hydrocarbon reservoirs in the Triassic deposits of the Scythian-Turanian platform
DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-99-112 **97**

СТРУКТУРНЫЙ ФАКТОР В ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ К МЕТОДОЛОГИЧЕСКИМ АСПЕКТАМ

© Казанцева Тамара Тимофеевна

Институт геологии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр
Российской Академии наук», г. Уфа, Российская Федерация

Аннотация. Далеко зашедшая дифференциация наук о Земле (не оптимальное соотношение дифференциации и интеграции), большая степень гипотетичности, многозначность основополагающих понятий и терминов, отсутствие общепринятой и ранговой шкалы для вещественных и тектонических режимных категорий делают затруднительным внедрение системных представлений в теоретическую геологию. Это тормозит дальнейшее развитие геологической науки. Положение можно было бы улучшить в случае, если применять системную методологию не для каких-то усредненных понятий, явившихся результатом компиляции знаний различных научных школ и направлений, как это часто имеет место, а для цельных обобщающих теорий, способных увязать в последовательную единую цепь взаимообусловленных процессов геологические события. В этом случае системные представления могут явиться и проверкой состоятельности любой модели. Группой башкирских ученых разработана основа формирования земной коры, в которой главные геологические процессы рассматриваются в структурном аспекте, в определенной последовательности и причинно-следственных отношениях. Это стадийная концепция, представленная большим количеством авторского фактического материала, обосновывающего доказательность принадлежности её к шарьяжно-надвиговой теории эволюционной направленности земной коры, с одной стороны в условиях геодинамических сил сжатия, а с другой - рифтогенно-спрединговой, преимущественно определяемой геодинамикой растяжения. В общем виде исследования базировались на сущности и геодинамической режимности эволюционных и революционных периодов развития; взаимозависимости упорядоченности и хаоса, линейных и нелинейных соотношений в геологии; разработке и использовании системно-структурного метода выявления условий образования различных геологических тел, особой роли структурного фактора в теоретической геологии.

Ключевые слова: структурная геология, фактор, система, теория, модель, наука, процессы, события, упорядочение, земная кора, знания, методология, линейность

STRUCTURAL FACTOR IN THEORETICAL GEOLOGY TO METHODOLOGICAL ASPECTS

© Kazantseva Tamara Timofeevna

Institute of Geology, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy
of Sciences, Ufa, Russian Federation

Для цитирования: *Казанцева Т.Т.* Структурный фактор в теоретической геологии к методологическим аспектам // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2023. №4. С.12-23. DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-12-23.

Summary. The far-reaching differentiation of the Earth sciences (not the optimal ratio of differentiation and integration), the high degree of hypotheticality, the ambiguity of fundamental concepts and terms, the lack of a generally accepted and ranking scale for material and tectonic regime categories make it difficult to introduce systemic concepts into theoretical geology. This hinders the further development of geological science. The situation could be improved if a systematic methodology is used not for some average concepts that are the result of compiling the knowledge of various scientific schools and directions, as is often the case, but for integral generalizing theories that can be linked into a consistent single chain interdependent processes of geological events. In this case, system views are also a test of the consistency of any model. A group of Bashkir scientists has developed a model of the formation of the earth's crust, in which the main geological processes are considered in a structural aspect, in a certain sequence and cause-and-effect relationships. We called it the ridge-thrust theory of the formation of the earth's crust under compression and rifting-spreading under extension. The research was based on the essence and geodynamic regime of evolutionary and revolutionary periods of development; interdependence of order and chaos, linear and nonlinear relationships in geology; development and use of a system-structural method for identifying the conditions for the formation of various geological bodies, the special role of the structural factor in theoretical geology.

Key words: structural geology, factor, system, theory, model, science, processes, events, ordering, earth's crust, knowledge, methodology, linearity.

Введение. Современная геологическая наука характеризуется высоким уровнем предметных знаний и возрастающей сложностью решаемых ею проблем. Она все увереннее базируется на общей для естественных наук методологии системности природы, накапливает общие знания, разрабатывает нетрадиционные методы исследований, устанавливает новые закономерности, обосновывает научные законы. По сути дела утверждает необходимость и возможность дальнейшего развития теории геологии.

Единого мнения о том, что представляет собой теоретическая геология, не существует. Одни полагают, что это теоретическая часть любого геологического предмета: минералогии, петрографии и т.д., и в этом смысле такая дисциплина существовала всегда. Другие полностью либо частично отрицают теоретичность геологии. Третьи рассматривают теоретическую геологию как обобщающую науку о земной коре и Земле в целом, но при этом считают, что такой дисциплины пока не существует, и она только должна создаваться. Одним из представителей этого направления, вероятно, следует считать И.П. Шарапова [1] который на основании проведенного анализа имеющихся в геологическом словаре высказываний о законах, принципах и правилах пришел к выводу, что: «в геологии законы есть, но не во всех ее дисциплинах, а гомологической базы пока нет. Тем не менее, в общих выводах этот исследователь геологию считает наукой, будущее которой связывает и с открытием научных законов. «Теоретическая геология, если бы она была создана, – пишет один из последователей данного направления Г.Ф. Трифионов [2], – представляла бы собой науку об общих (глобальных) законах и закономерностях строения,

состава и развития как Земли в целом, так и отдельных ее регионов». Четвертые, и это довольно распространено, отождествляют теоретическую геологию с геотектоникой, что хорошо согласуется с ранними высказываниями М.М. Тетяева. Как известно, он рассматривал геотектонику, в отличие от тектоники – структурной геологии, не как выявление и изучение отдельных элементов структуры, простое изменение первичного залегания пород, обусловленное различными механическими процессами, а как определение характера связей этих элементов между собой, их взаимоотношений. Потому названный исследователь основную задачу геотектоники видел в изучении процесса развития Земли в целом, в выявлении законов, управляющих этими процессами. «Вышеизложенное понимание предмета геотектоники» – писал он – «дает возможность выявить связь ее с другими науками геологического цикла и определить место среди них. Геотектогенез, как таковой, как процесс развития структуры, есть не что иное, как частная форма выражения развития Земли, частное выражение общих законов развития планеты» [3]. Мнение этого исследователя у нас не вызывает сомнений, разве что те, которые связаны с терминологической неувязкой. Согласно геологическому словарю, геотектоника делится на морфологическую и описательную разделы, включающие как структурную геологию, так и историческую, рассматриваемых в плане последовательности развития структур. Выделялась также общая геотектоника, которая объемлет и теоретическую геологию. Но, как известно, тектоника переводится как «строительство», что естественно больше подходит для структурной геологии. Потому, мы считали целесообразным выделение структурной геологии в самостоятельную геологическую дисциплину. Так Ю.В. Казанцев [4] назвал свои значимые монографии: «Структурная геология Предуральяского прогиба» (М.: «Наука», 1984, рис. 1). «Структурная геология Магнитогорского синклиория Южного Урала» (М.: «Наука», 1992, рис.2). «Структурная геология юго-востока Восточно-Европейской платформы» («Гилем», 2001).

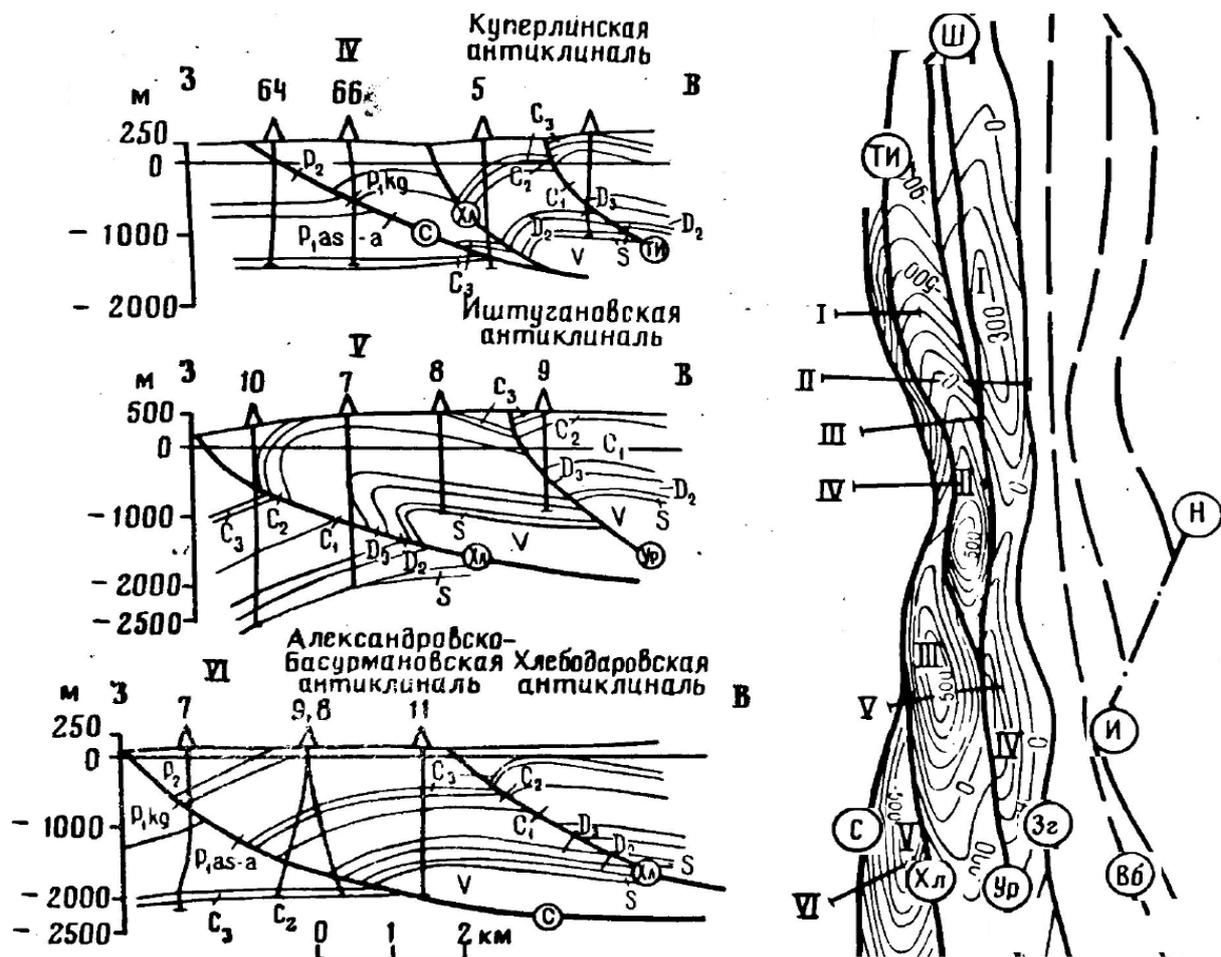


Рисунок 1 – Геологические разрезы и схема структуры междуречья Нугуша и Селеука

где: надвиги: С – Саратовский; Хл – Хлебодаровский, ТИ – Табынско-Иштугановский; Ур – Уразбаевский; Зг – Загорновский; Вб – Верхнебиккузинский; И - Ибрагимовский; сдвиги: Ш – Шидинский; Н – Нугушский; антиклинали: I, II, III, IV, V, VI.

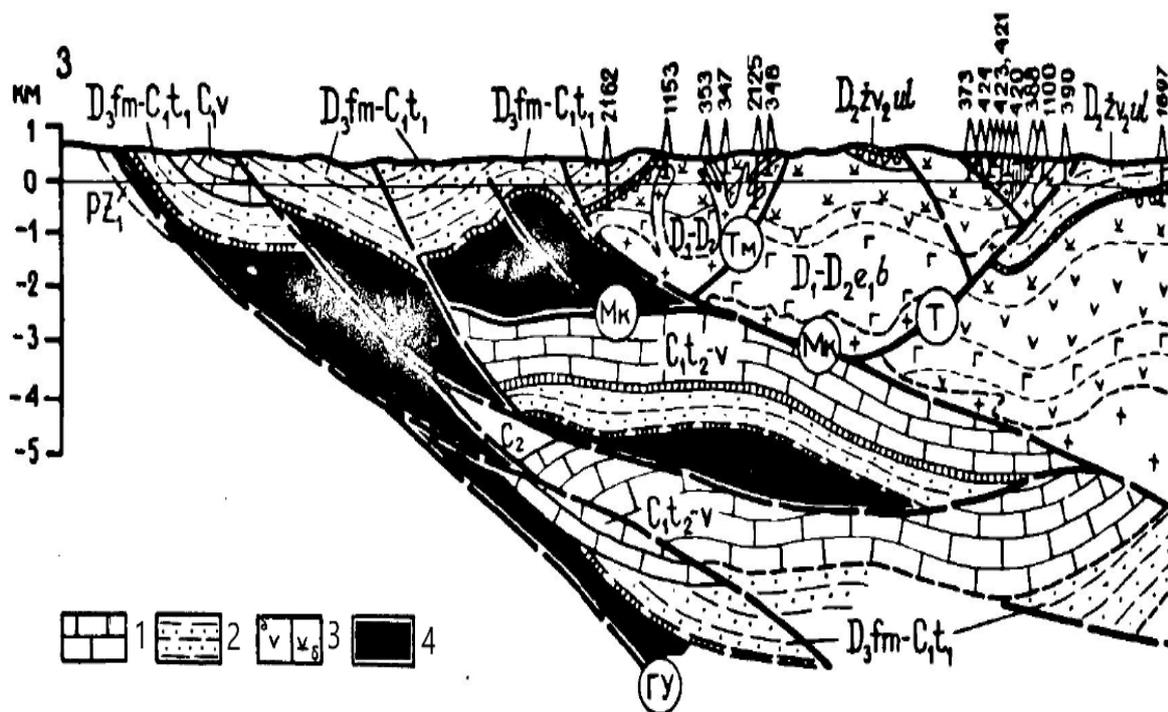


Рисунок 2 – Структурная геология Тубинско-Акъярского покрова.
Магнитогорская синформа (по Казанцеву Ю.В.)

где: 1 – известняки; 2 – флиши; 3 – базальты (а), андезитобазальты (б);
4 - гипербазиты. Надвиги (в кружочках): ГУ- Главный Уральский; Мк -
Маканский; Тм – Тамаковский; Т – Таналыкский.

В этом плане интересны результаты международного семинара «Будущее геологической науки», которые опубликованы в одноименном издании 1985 года. Из зачитанных докладов только в двух акцентируется внимание на необходимости открытия геологических законов. Так, О.Ф. Фусан и М.Г. Леонов отмечают: «Наши знаменитые предшественники – Ог, Стено, Гресли, пытались формулировать такие законы, но в последующем наши теоретические обобщения никогда не поднимались до уровня «закона». И далее: «Следующим этапом исследования будет решение одной из актуальнейших задач теоретической геологии, а именно формулирование «геологических законов» (с. 5). В этом же издании аналогичное высказывание приводится А.В. Лукьяновым: «...будущее геологии – в построении общей теории Земли, в формулировке основных законов геологии» (с. 53).

Начиная с восьмидесятых годов прошлого столетия, мы предложили и разрабатываем новое научное направление «Структурный фактор в теоретической геологии». Обосновали системно-структурный метод решения генетических проблем в геологии. Названное направление основывается на методологическом принципе основоположника геотектоники и последователя

Р. Декарта Н. Стено. В известном его трактате, опубликованном в 1669 году: «О твердом, естественно содержащемся в твердом», содержится один из важнейших методологических принципов. Он читается так: «... при данном теле определенной формы, созданном согласно законам Природы, в самом теле находим доказательства, раскрывающие место и способ его создания» [5]. Другими словами, генезис любого природного тела закодирован в нем самом. Предельно ясная формулировка, однако, не содержит в себе механизма раскрытия этого кода, и, не случайно спустя 300 лет, Ю.Б. Молчанов в работе «Развитие и время» написал: «Если ход индивидуальных будущих событий мы можем лишь гадать, но не предсказать просто по причине отсутствия информации о них в настоящее время в реальном мире, то о событиях прошлого мы не можем судить не потому, что информации нет, а потому, что она недоступна расшифровке» [6]. Уровень современных знаний в области теоретической геологии позволяет смотреть на решение этой проблемы более оптимистично. Для этого необходимо однозначное представление, что представляют собой тела, созданные Природой. Очевидно, что в геологии такими телами являются различного уровня вещественные комплексы, изучение которых должно обеспечиваться единой методологией, которой является системность природы.

Необходимость системных представлений в науке назревала столетиями и, изучая естественные объекты, исследователи всегда стремились найти то общее (сущность), которое было бы присуще всем природным телам. Уже А. Гумбольдт, рассматривая природу как целостное единство, состоящее из совокупности составляющих, трактовал целое не как простую сумму частей, а как качественно новое, кроющееся во внутренней природе целостности.

В теоретических изысканиях естественных наук междисциплинарное научное направление, известное как системный анализ в общей теории систем, является одним из наиболее эффективных способов познания сущности природных процессов и их эволюции.

В геологической науке системность используется сравнительно недавно. Достаточно сказать, что первое совещание по системным представлениям в геологии в нашей стране проведено только в 1983 г. Однако, попытка системного мышления была предпринята значительно раньше. Вероятно, ее следует относить к появлению понятия парагенез, впервые предложенному Брейтгауптом в сороковые годы восемнадцатого столетия. Этот термин применялся как совместное нахождение, возникшее при одновременном, либо последовательном образовании минералов и пород.

В последующем, с появлением учения о геологических формациях парагенетического направления Н.С. Шатского [7] и Н.П. Хераскова [8] используется и для формаций. «Если минералы – парагенезы элементов, горные породы – парагенезы минералов, то геологические формации – парагенезы

горных пород» – писал Шатский. В таком случае ранговые парагенетические ассоциации и есть ранговые вещественные геосистемы.

В настоящее время имеется достаточно много работ, использующих системный подход к явлениям геологической природы. Это исследования Ю.А. Косыгина, Ю.Н. Карогодина, Г.М. Власова, О.А. Вотеха, Б.М. Чикова и многих других.

Мы также исходим из положения о том, что геологическая природа системна, а системы в ней многоуровневые.

Анализируя имеющиеся в литературе определения «система» и возможности приложимости их к геологической среде, мы пришли к следующей формулировке этого понятия. Геологическая система – это целостный природный объект (вещественного, режимного либо познавательного характера), обладающий четкими границами, довольно хорошей узнаваемостью, состоящий из парных целостностей более низкого ранга противоположного значения, находящихся в структурных связях между собой. Таким образом, ранговость, целостность, двуединая противоположность состава и структура – неперенные атрибуты геологической системы [9].

В свете такого определения понятно, почему системы более низкого геологического ранга, такие как минерал и порода, были очевидны давно. В то же время, несмотря на упомянутое выше учение о формациях, обособленная целостность надпородных вещественных уровней трудно поддавалась осмыслению. Однако, после того как в основу принципа иерархичности было заложено положение о том, что каждая вышестоящая по рангу система должна состоять из нижестоящих единиц с противоположными свойствами, вопрос ранговости геологического вещества упростился. Так, известно, что минерал – это химические элементы, их группы (катионные и анионные), объединенные определенной структурой. Ее называют кристаллической решеткой. Следует отметить, что в природе существует множество минералов (несколько тысяч). Однако есть группа минералов «особого назначения». Это породообразующие минералы. Их не так много – первые десятки, но именно эти минералы слагают важнейшие породные комплексы в земной коре. Породообразующие минералы представлены двумя разнородными (противоположными по свойствам) группами. Их называют лейкократовыми (светлоокрашенными) – алюмосиликаты и силикаты Ca, Na, K и меланократовыми (темноцветными) – силикаты и алюмосиликаты, в основном, Mg, Fe, Al, Ca. Каждая порода состоит из определенного набора светлоокрашенных и темноцветных минералов, связанных между собой соответствующей структурой. Типов пород также очень много. Но имеются породы, играющие основную роль в эволюции земной коры. Это группа магматических изверженных горных пород, представленная по составу основными, средними, кислыми и щелочными классами. В общем, основность, кислотность и щелочность породы определяется количественным

соотношением лейкократовых и меланократовых минералов, повышением, либо понижением роли того или иного минералообразующего химического элемента. Разработаны классификации, таблицы, позволяющие по химическому составу породы, ее минеральному составу и особенностям структурных связей минералов между собой определять принадлежность породы к определенному классу, ее название. А как объединяются вышестоящие системы. Согласно учению о формациях, надпородным уровнем геологического вещества является формация. Это принимается многими исследователями. Однако, далеко не все, даже среди достаточно известных ученых, такое мнение разделяют. Это связано с тем, что термин «формация» и в настоящее время имеет неоднозначное толкование, далеко не только парагенетическое. Иногда его рассматривают как стратиграфическое (ярусы, горизонты, свиты), палеогеографическое (фации) либо генетическое понятие. Необоснованным является и произвольное его употребление, в виде термина «свободного назначения». На уровне современных знаний генетическое и парагенетическое направление в учениях о формациях противопоставлять нет оснований, что показано нами [9]. Стратиграфическое направление, используемое американскими геологами, не согласуется с системностью геологического вещества. Геологическое тело каждого уровня (как возрастное, так и региональное) должно, прежде всего, быть типовым, а не случайным. Только в этом случае оно может занять определенное положение в ранговой шкале геологического вещества. Свободное же использование слова «формация» в геологии следует исключить вовсе, чтобы не смешивать с термином, несущим определенную генетическую нагрузку. Таким образом, применение принципа системности геологического мира заставляет термин «формация» использовать только в парагенетическом толковании, а вещественной системой более высокого уровня считать формацию.

Принцип выделения надформационных уровней должен быть также парагенетическим. Ранее мы обращали внимание на то, что в основе понятия «парагенез» как формаций, так и более высоких рангов лежит не просто совместное нахождение составляющих единиц, связанных одновременным или последовательным их образованием, а тектонические условия накопления. В этом случае, и в соответствии с современной геодинамической моделью образования складчатых областей, выше формационного уровня должна располагаться формационная серия, а следом – формационный ряд.

Целостность системы предполагает ее автономность, устойчивость, взаимодействие как целое с внешним миром, наличие качеств, не присущих компонентам системы – эмерджентность (еще Аристотель утверждал, что целое больше суммы его частей). Целостность же системы создается структурой, объединяющей ее составные части. Кроме того, структура системы определяется как порядок, последовательность, способ расположения, организации элементов, характер связей и отношений между составляющими. Непременным условием

состава природных систем является их двуединая противоположность. При этом отождествлять полностью либо частично понятия «противоположность» и «противоречие», как это имеет место [9], не следует. Противоположности притягиваются, стремятся объединиться, а противоречия – исключить, уничтожить одну из сторон. Естественно рассматривать противоположности по принципу дополнительности. Как написал В.Н. Голованов [10]: «Происходит преодоление односторонности каждой из противоположностей в их тождестве, благодаря чему достигается конкретное адекватное понимание действительности».

В получении теоретических, общих необходимых знаний, сути обобщений доминируют два направления. До XVII в. это рационализм, уходящий вглубь философии Платона и получивший синтезированное воплощение в трудах Декарта. Он трактуется, как извлечение всеобщего не из действительности, а являющегося следствием врожденного разума, идеи. Затем эмпиризм, оформившийся в виде конкретного взгляда в философии Ф. Бэкона, по мнению которого опорой идеи должно быть опытное естествознание, обобщение его достижений. Первые попытки соединения названных направлений через активную деятельность человека, как известно, принадлежат Канту и Гегелю. Впоследствии это развивалось марксистами. Современное состояние рассматриваемого вопроса характеризуется теми же тенденциями. Одни исследователи придерживаются эмпирического направления, придавая основное значение фактологическому обоснованию, другие утверждают, что рождение общего знания предопределено появлением концепции.

Необходимо заметить, что к решению проблемы о «первичности» либо «вторичности» вообще следует подходить без излишней категоричности. При использовании принципа ранговости систем (вещественных, возрастных, геодинамических либо еще каких-то) такой дилеммы не должно существовать. Это как довольно часто употребляемая банальность о «первичности курицы либо яйца», когда все понимают, что старшая по возрасту курица (мать) первична, а младшая (дочь), появившаяся на свет из снесенного матерью яйца, вторична. Это же относится и к не бесспорному утверждению о первичности состава при подчиненности структуры и т.д. Сейчас ясно, что «ключом», открывающим этот «замок» является ранговость систем.

В свете изложенного, особо результативным инструментом решения генетических проблем геологической науки следует считать изучение форм связи системообразующих составляющих – структуры геологических систем всех рангов. Выяснение характера постепенной изменчивости структурных особенностей в сопряженных по времени условиях меняющейся среды, и установление закономерностей их преобразования составляют суть системно-структурного метода в геологии.

Отметим, что в философии давно известно такое направление как структурализм, рассматривающееся «как конкретно научная методологическая ориентация, выдвигающая в качестве задачи научного исследования выявление структуры объекта» [9]. Это направление подвергалось неадекватной критике марксистов по той причине, что «широкое распространение структурных методов в различных сферах знания породило необоснованные попытки возвести структурализм в ранг философской системы, и в качестве таковой противопоставлять другим философским системам, в том числе марксизму» (там же). В геологии мы видим, что именно структура создает систему, а, следовательно, ее возможности познать генезис (то, как создается система) через различные формы изучения наиболее реализуемы. Полагая, что структура – (форма) всегда вторична по отношению к составу (содержанию) многие и сейчас уделяют изучению первой мало внимания, что до системных представлений в геологии не оспаривалось. Однако, так считали далеко не все, и это можно показать на ряде высказываний крупных ученых. Выдающийся петрограф Е.С. Федоров в 1896 году отмечал, что «... для определения породы важнейшими моментами являются структура и минеральный состав, и, притом, из этих двух моментов первый является наиболее важным» [11]. «Структура магматической породы, – писал Ф.Ю. Левинсон-Лессинг – не зависит от химического состава магмы, а определяется лишь условиями ее застывания, кристаллизации» [12]. По А.Н. Заварицкому: «...структура изверженных горных пород говорит о способе их кристаллизации» [13]. Известный минералог современности А.С. Поваренных считал, что: «Соотношение между обликом и структурой минерального индивида неоднозначно и определяется условиями кристаллизации...» [14]. Аналогичные выводы сопровождают труды В.Н. Лодочкикова, Ю.Ир. Половинкиной, В.С. Соболева и многих других.

Представляется также, что не следует оперировать как равнозначными понятиями: системно-структурный, системно-генетический и системно-эволюционный анализы. Думаю, что мало оснований как их противопоставлять, так и рассматривать, как последовательные стадии изучения природных систем. Из них только структурный может использоваться как анализ, а вопросы генезиса и эволюции могут решаться с его помощью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шарапов И.П., Метагеология. Некоторые проблемы. М.: Наука, 1989. 209 с.
2. Трифонов Г.Ф. Методологические проблемы синтеза геологических знаний. Чуваш. гос. ун-т им. И. Н. Ульянова. Чебоксары: Издательство Чувашского университета, 1997. 220 с.
3. Тетяев М.М., Основы геотектоники. М.-Л., «Красный печатник». 1934. 296 с.

4. Казанцев Ю.В., Структурная геология Предуральяского прогиба. М.: Наука. 1984. 183 с.
5. Стенон Н. О твердом, естественно содержащемся в твердом. М.: Издательство Академии наук СССР. 1957. 98 с.
6. Молчанов Ю.Б. Развитие и время // Вопросы философии. 1979. №12. 72 с.
7. Шатский Н.С. Избранные труды. М.: Наука. 1965. Т. 4. 398 с.
8. Херасков Н.П. Тектоника и формации. Избранные труды. М.: Наука. 1967. 403 с.
9. Казанцева Т.Т. Научные законы геологического развития. Уфа: Гилем, 2006. 74 с.
10. Голованов В.Н. Законы в системе научного знания. М.: Мысль, 1970. 232 с.
11. Федоров Е.С. О новой группе изверженных пород // Известия Московского сельскохозяйственного института. Т. II. 1896. С. 61-78.
12. Левинсон-Лессинг Ф.Ю. Избранные труды. М.: АН СССР, 1955. 445 с.
13. Заварицкий А.Н. Избранные труды. М.: АН СССР, 1956. 479 с.
14. Поваренных А.С. Кристаллохимическая классификация минеральных видов. Киев: Наукова думка, 1966. 547 с.

REFERENCES

1. Sharapov I.P., Metageology. Some problems. M.: Nauka, 1989. 209 p.
2. Trifonov G.F. Methodological problems of synthesis of geological knowledge. Chuvash State University named after I. N. Ulyanov. Cheboksary: Chuvash University Press, 1997. 220 p.
3. Tetyaev M.M., Fundamentals of geotectonics. M.-L., "Krasny pechatnik". 1934. 296 p.
4. Kazantsev Yu.V., Structural geology of the Pre-Ural trough. M.: Nauka. 1984. 183 p.
5. Stenon N., On the solid naturally contained in the solid. M.: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR. 1957. 98 p.
6. Molchanov Yu.B. Development and time // Questions of philosophy. 1979. No. 12. 72 p.
7. Shatsky N.S. Selected works. M.: Nauka. 1965. Vol. 4. 398 p.
8. Kheraskov N.P. Tectonics and formations. Selected works. M.: Nauka. 1967. 403 p.
9. Kazantseva T.T. Scientific laws of geological development. Ufa: Gilem, 2006. 74 p.
10. Golovanov V.N., Laws in the system of scientific knowledge. M.: Mysl, 1970. 232 p.
11. Fedorov E.S., On a new group of igneous rocks // Izvestia of the Moscow Agricultural Institute. Vol. II. 1896. P. 61-78.
12. Levinson-Lessing F. Yu., Selected works. M.: USSR Academy of Sciences, 1955. 445 p.
13. Zavaritsky A.N., Selected works. M.: USSR Academy of Sciences, 1956. 479 p.
14. Povarennykh A.S., Crystal chemical classification of mineral species. Kiev: Naukova dumka, 1966. 547 p.

Сведения об авторах

Казанцева Тамара Тимофеевна, доктор геолого-минералогических наук, академик Академии наук Республики Башкортостан, главный научный сотрудник, Институт геологии УФИЦ РАН, 450006, Уфа, Российская Федерация. ORCID ID: 0000-0002-9227-9218, e-mail: tt.kazantseva@gmail.com.

Author's personal details

Kazantseva Tamara Timofeevna, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Chief Researcher, Institute of Geology, UFRC RAS, 450006, Ufa, Russian Federation. ORCID ID: 0000-0002-9227-9218, e-mail: tt.kazantseva@gmail.com.

© Казанцева Т.Т.

**ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ ПРОЕКТИРУЕМОГО ГЕОПАРКА
«ДОЛИНА СЕЛЕНГИ»**

Кислов Евгений Владимирович

ФГБУН Геологический институт им Н.Л. Добрецова СО РАН,

г. Улан-Удэ, Российская Федерация

Кислов Андрей Евгеньевич

ГАУ ДО РБ «Ресурсный центр дополнительного образования детей

«Созвездие»,

г. Улан-Удэ, Российская Федерация

Базарова Лариса Дашидондовна

ФГБУН Геологический институт им Н.Л. Добрецова СО РАН,

г. Улан-Удэ, Российская Федерация

Аннотация. Рассмотрена ситуация с охраной природного наследия на территории Республики Бурятия. Подчеркнут недостаточный уровень сохранения геологического наследия. В качестве инструмента сохранения природного наследия предлагается создание геопарков. Рассмотрены основные особенности геопарков. Приведены данные по организации и функционированию геопарков в Российской Федерации. Приведены примеры обоснования создания геопарков на территории Российской Федерации в научной литературе. В Республике Бурятия предлагается создание геопарка «Долина Селенги» в левобережной части от устья р. Оронгой до железнодорожного моста. Памятники природы представлены объектами Ошурковского апатитового месторождения, геоморфологическими, проявлениями карбонатитов, флюорита и благородных металлов, кайнозойскими разрезами, радоновыми источниками, природно-историческими объектами. Официальный статус имеют Обнажение Уточкина падь, Тологойский разрез, Иволгинская Сопка, Источник Отобулак, Лесной массив Кокоринский. Оформление геопарка «Долина Селенги» имеет большую перспективу для организации радиальных однодневных экскурсий из г. Улан-Удэ, проведения студенческих практик и научных исследований. Это может способствовать повышению рентабельности приема туристов в Улан-Удэ. Сейчас Улан-Удэ рассматривается преимущественно как транзитный пункт пребывания туристов по пути на Байкал. Предложения туристам сводятся к обзорным экскурсиям, посещению Этнографического музея народов Забайкалья, Иволгинского дацана, этнографических туров в бурятские и старообрядческие поселения пригородных Заиграевского и Тарбагатайского районов. В Улан-Удэ находится международный аэропорт на территории предлагаемого геопарка, железнодорожный вокзал на Транссибирской магистрали и ветке Улан-Удэ – Улан-Батор – Пекин. В Улан-Удэ большое число мест размещения туристов от хостелов до 5-звездочных отелей, развития сеть общественного питания, включая этнические заведения. Создание геопарка с разработкой

Для цитирования: **Кислов Е.В., Кислов А.Е., Базарова Л.Д.** Памятники природы проектируемого геопарка «Долина Селенги» // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2023. №4. С.24-51. DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-24-51.

нескольких однодневных экскурсий могло бы задержать туристов в Улан-Удэ, как минимум, до недели.

Ключевые слова: геопарк, долина Селенги, памятники природы

NATURAL MONUMENTS OF THE PROJECTED SELENGA VALLEY GEOPARK

Kislov Evgeny Vladimirovich

N.L. Dobretsov Geological Institute of the Siberian Branch of the Russian
Academy of Sciences, Ulan-Ude, Russian Federation

Kislov Andrey Evgenyevich

GAU DO RB "Resource Center for additional Education of children
"Constellation", Ulan-Ude, Russian Federation

Bazarova Larisa Dashidondokovna

N.L. Dobretsov Geological Institute of the Siberian Branch of the Russian
Academy of Sciences, Ulan-Ude, Russian Federation

Summary. The situation with the protection of natural heritage in the territory of the Republic of Buryatia is considered. The insufficient preservation of the geological heritage is emphasized. The creation of geoparks is proposed as a tool for preserving the natural heritage. The main features of geoparks are considered. The data on the organization and functioning of geoparks in the Russian Federation are presented. Examples of justifications for the creation of geoparks on the territory of the Russian Federation in the scientific literature are given. In the Republic of Buryatia, it is proposed to create a geopark "Selenga Valley" in the left-bank part from the mouth of the river Orongoy to the railway bridge. Natural monuments are objects of Oshurkovsky apatite deposit, geomorphological monuments, carbonatites, fluorite and precious metals localities, Cenozoic sections, radon spring, natural and historical objects. The Utochkina Pad outcrop, Tologoi section, Ivolga Mount, Otobulak spring, Kokorino forest massif have the official status. The design of the Selenga Valley Geopark has great prospects for organizing radial day trips from Ulan-Ude, conducting student practices and scientific research. This can help to increase the profitability of receiving tourists in Ulan-Ude. Now Ulan-Ude is considered mainly a transit point for tourists on their way to Lake Baikal. Offers to tourists are reduced to sightseeing tours, visits to the Ethnographic Museum of the Peoples of Transbaikalia, Ivolga datsan, ethnographic tours to Buryat and Old Believer settlements of suburban Zaigraevo and Tarbagatai districts. Ulan-Ude has an international airport on the territory of the proposed geopark, a railway station on the Trans-Siberian Railway and the Ulan-Ude - Ulaanbaatar – Beijing branch line. Ulan-Ude has a large number of tourist accommodation from hostels to 5-star hotels, a large catering network, including ethnic establishments. The creation of a geopark with the development of several day trips could delay tourists in Ulan-Ude for at least up to a week.

Keywords: geopark, Selenga valley, natural monuments

Введение. Территория Республики Бурятия отличается уникальным объектом глобального значения – озером Байкал, удивительным разнообразием ландшафтов от песчаных пустынь до горных гольцов, сложностью и своеобразием геологического строения. Тем не менее, площадь особо охраняемых природных территорий (ООПТ) составляет менее 7 % территории Бурятии при рекомендованных ЮНЕСКО 15 %. Природно-заповедный фонд

Бурятия включает следующие ООПТ: 2 биосферных и 1 природный заповедник, 2 национальных парка, 3 государственных природных заказника федерального значения; 13 заказников, природный парк, рекреационная местность, 57 памятников природы регионального значения; 5 рекреационных местностей местного значения [1].

ООПТ ориентированы в основном на сохранение биоразнообразия. Официальный статус имеют 16 геологических памятников природы, геологическое наследие остальных ООПТ изучается, сохраняется и используется не в полной мере. Ситуацию могло бы исправить организация геопарков. В Бурятии до сих пор не обсуждался вопрос создания геопарка.

Согласно определению ЮНЕСКО, «геопарк — это единая географическая территория, обладающая природными объектами, международным геологическим наследием, принципами управления которой являются защита природных ресурсов, образование и устойчивое развитие». В геопарке наглядно раскрываются геологические процессы образования геологических толщ, полезных ископаемых, ландшафтов, изобилуют привлекательные минералы, остатки древних животных и растений. Здесь геологические объекты - основная часть единой концепции сохранения природного, культурного и сакрального наследия, образования и экономического роста [2].

Современный геопарк - живописная обустроенная природная территория от первых десятков до первых сотен квадратных км, на которой находятся геологические и другие объекты, имеющие региональное, общенациональное или общемировое значение, брендированная посредством средств массовой информации и Интернета, место научных исследований, рекреации и туризма [3].

В геопарках ведутся ознакомительные экскурсии. Примечательные места - геопункты оформляются пояснительными материалами. Оборудуются маршрутам, обеспеченные указателями, картами, путеводителями. Геопарки начали создавать в 1990-е гг. В 1998 г. ЮНЕСКО и Международный союз геологических наук предложили концепцию геопарков. В 2004 г. ЮНЕСКО создала Всемирную сеть национальных геопарков из 17 объектов Европы и 8 - Китая. В 2015 г. на 38 сессии ЮНЕСКО определен статус глобального геопарка ЮНЕСКО и разработаны критерии номинирования. На 2022 г. Всемирная сеть национальных геопарков включает 177 геопарков в 46 странах. Больше всего их в Китае - 41, Испании - 15 и Италии - 11. И всего лишь один на территории Российской Федерации [4].

Геопарки в России. Постановлением №461 Республики Алтай от 31 декабря 2015 г. был учрежден первый в России геопарк «Алтай». Управление возложено на ГБУ РА «Центр развития туризма и предпринимательства Республики Алтай». Геопарк находится на территории Кош-Агачского, Онгудайского и Усть-Коксинского районов, занимает площадь 14,5 тыс. кв. км.

Геопарк определен как «туристско-рекреационная зона, где объекты геологического наследия выступают частью единой концепции сохранения, образования и устойчивого развития территории, на которой прослеживается тесная связь между геобразнообразием, биоразнообразием и культурой, а также между материальным и нематериальным наследием Республики Алтай». Геопарк «Алтай» учрежден с «целью стимулирования предпринимательских инициатив, создания новых рабочих мест путем генерирования новых источников дохода, связанных с развитием познавательного туризма, создания условий для сохранения объектов, представляющих экологическую, археологическую, культурную и геологическую ценность». Но деятельность геопарка достаточно формальная, недостаток исследований и продвижения привел к тому, что он так и не получил статус ЮНЕСКО [5].

18 октября 2017 г. распоряжением Правительства Республики Башкортостан № 1009-р в Салаватском районе создан геопарк «Янган-Тау». Площадь геопарка составляет 1700 квадратных км. На его территории находится более 20 геологических объектов, из которых разрезы Мечетлино и Большая Лука, горящая гора Янган-Тау имеют международную значимость. В сентябре 2019 г. геопарк «ЯнганТау» первым в Российской Федерации включен в глобальную сеть геопарков ЮНЕСКО [3]. Более того, принят Закон Республики Башкортостан от 27 сентября 2022 г. №609-з «О геопарках в Республике Башкортостан» - первый в России. В Законе дано следующее определение термина «геопарк» - «территория, включающая в себя объекты, имеющие особую геологическую, биологическую, экологическую ценность, представляющая научный, образовательный, культурный, исторический и туристский интерес».

Ульяновский государственный палеонтологический заказник «Геопарк Ундория» создан Постановлением правительства Ульяновской области от 22 января 2018 г. № 34-П на базе Ульяновского государственного палеонтологического заказника. Геопарк «Ундория» находится в Ульяновском районе в междуречье двух рек Свияга и Волга. Площадь территории — 491,92 квадратных км. На территории геопарка «Ундория» находится 18 геологических разрезов, имеющих как научное, так и образовательное значение, ряд из них имеет мировое научное значение. Разрез от среднеюрского до мелового периода, охватывающий временной отрезок от 180 до 65 млн лет, изучался П.С. Палласом, в 1964 г. объявлен лектостратотипом волжского яруса. Наиболее значимы находки остатков ископаемых рептилий морских (ихтиозавры, плезиозавры, плиозавры, метриоринхиды) и сухопутных (зауроподы), раковин головоногих и других моллюсков. Береговые отложения в нескольких местах нарушены погребенными долинами, в которых встречены остатки четвертичных животных: мамонтов, шерстистых носорогов, оленей, лошадей, бизонов. Здесь же в конце XIX в. академик А.П. Павлов обнаружил останки древнего человека

неандертальского типа. На территории геопарка находятся Брехово болото и Ундоровские минеральные источники, реликтовые широколиственные леса, археологические памятники. Другие объекты: Городищенский разрез, Щучьи горы, Долина кристаллов, Чертов гребень, месторождение симбирцита [6; 7].

Указом Врио главы Республики Башкортостан Р.Ф. Хабирова от 12 декабря 2018 г. и распоряжением Правительства РБ от 18 января 2019 г. № 19-р в Ишимбайском и Стерлитамакском районах создан геопарк республиканского значения «Торатау». Затем территория геопарка расширилась за счет Гафурийского и части Мелеузовского района. Сейчас он охватывает более 4,3 тыс. квадратных км. Центральные объекты геопарка - эталонный разрез границы сакмарского яруса «Усолка», горы-одиночки шиханы Юрактау и Торатау - остатки рифовых массивов пермского периода. На его территории 7 геологических, 10 комплексных, 6 ботанических, 3 гидрологических, около 40 археологических и 60 исторических памятников, 280 пещер. Более 100 животных и 280 растений, зарегистрированных на территории геопарка, занесены в Красную книгу. Геопарк номинируется в международную сеть Глобальных геопарков ЮНЕСКО [3; 8-10].

На базе Дагестанского заповедника проектируется геопарк «Сарыкум и Нарат-Тюбе». Проектируемый геопарк включает в себя две территории: хребет Нарат-Тюбе и массив Сарыкум. Общая площадь геопарка – около 12 тысяч га. Территория интересна уникальной геологической и геоморфологической историей, поразительным разнообразием ландшафтов и биоты. Здесь многочисленные места стоянок древних людей, пещеры и гроты с наскальными рисунками, святые места и культовые объекты паломничества. Район насыщен выходами сероводородных и других минеральных источников. Здесь зарегистрировано более 700 видов высших растений и 250 видов позвоночных животных, из которых 60 видов занесены в Красные книги России и Дагестана. Геопарк включает ключевую орнитологическую территорию международного значения «Бархан Сарыкум и хребет Нарат-Тюбе» [11].

В 2017 г. Иркутский научный центр СО РАН подготовил проект Байкальского геопарка ЮНЕСКО, который предлагается разместить в Ольхонском районе. Запланировано несколько центров: по геофизике в поселке Бугульдейка, географии в поселке Еланцы, геологии в селе Черноруд; археологии в селе Сахюрта, центр по изучению воды и гидробионтов в поселке Узуры на острове Ольхон [12]. Проект не получил дальнейшего воплощения, поскольку за каждый центр отвечал отдельный институт РАН.

Геопарк «Ингерманландия» планируется к созданию на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Геопарк должен охватить зону Балтийско-Ладожского глинта - хорошо выраженного в рельефе денудационного уступа. Линия Балтийско-Ладожского глинта - естественная северо-западная граница покрытой чехлом осадочных пород Русской плиты и Балтийского щита, где

обнажается гранитно-метаморфический фундамент платформы. Включает уникальные геологические объекты: долина реки Поповки, Дудергофские высоты, Саблинский разрез и стратотип саблинской свиты [13].

В научных публикациях можно найти в той ли иной степени проработанные обоснования формирования различных геопарков. В Якутии – Ленские, Синские и Олекминские столбы [14] и низовья Лены [15]. «Горы Северного Байкала» в Бурятии [16]. В Забайкальском крае: Удокан, Георгиевка, Адун-Челон, Кличка, Арголей, Газимурские Кулинды, Черновские Копи, Ножий [17], Кадалинские скалы «Дворцы», Красная Горка, Каменка [18]. В Алтайском крае: горные районы [19] и «Фас Алтая» в районе курорта Белокуриха [20]. В Кемеровской области - заброшенные шахты [21].

В Свердловской области гора Высокая в Нижнем Тагиле [22]. «Самоцветная полоса Урала» проектируется на территории Свердловской области и Пермского края [23]. В Пермском крае это также долина реки Усьва [24], Кунгурская лесостепь [25], геопарк «Сылвенский» на территории Кунгурского муниципального округа [26]. В западной части Оренбургской области проектируется геопарк «Кувандык» [27].

Геопарку фактически соответствуют Саблинской памятник природы в Ленинградской области [28], предлагаемый «Гирвас» в Карелии [29], щелочно-ультраосновной интрузив Африканда в Мурманской области [30], Ильменский глинт в Новгородской области [31], «Геологический отторженец» на побережье Калининградской области [32].

В литературе можно встретить информацию о Нижне-Волжском геопарке в Саратовской области [33], Александрово-Балыклейском в Волгоградской области [34], проектируемом геопарке на базе Ичаловского пещерного комплекса в Нижегородской области [35].

Подготовлены обоснования геопарков «Горная Адыгея» в Адыгее и Краснодарском крае [36], Казбекско-Джимарайского в Северной Осетии [37], озеро Кезеной-Ам, курорт Ведучи и Галанчожский район Чечни [38; 39], прибрежного геопарка в Юго-Восточном Крыму [40; 41].

Но ни в одном случае после обоснования геопарка практических действий по его организации не последовало.

Геопарк «Долина Селенги». Нами предлагается создание геопарка «Долина Селенги» на территории Иволгинского района Республики Бурятия в левобережье реки от устья р. Оронгой на юге до железнодорожного моста через реку на севере. Эту территорию выгодно отличает развитость дорожной сети, а также близость к г. Улан-Удэ с гостинично-ресторанной инфраструктурой, что позволит проводить однодневные радиальные маршруты по территории геопарка. На территории геопарка можно выделить несколько ключевых участков.

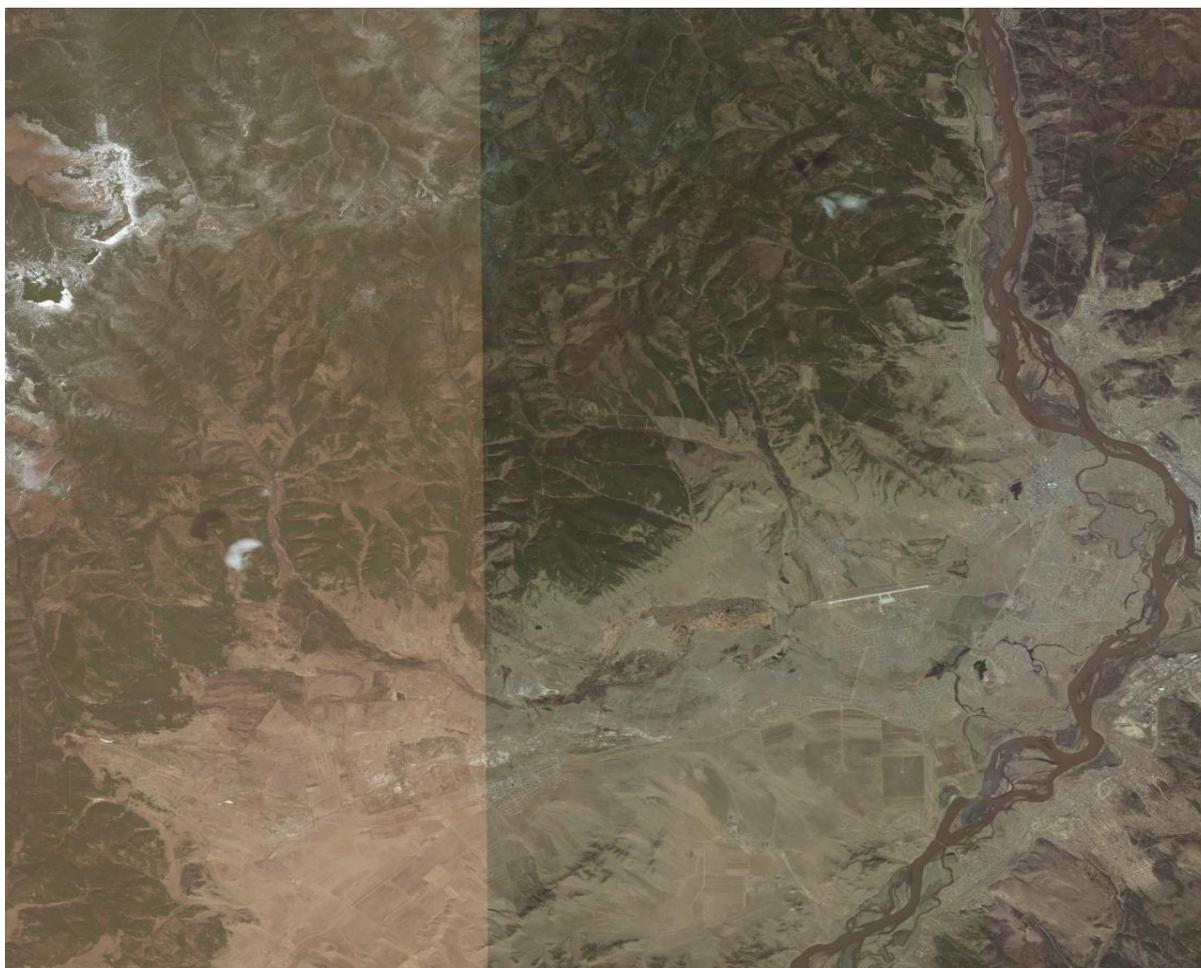


Рисунок 1 – Территория геопарка «Долина Селенги»: в правой части река Селенга, нижней части справа налево г. Улан-Удэ, взлетная полоса аэропорта и п. Иволгинск, в верхней части на левом берегу Селенги пп. Сотниково и Ошурково.

Узел геологических памятников природы около с. Ошурково.

Прежде всего, это *сквозная долина Селенги*, «пропилившая» некогда единый горный хребет, западное «крыло» которого представлено современным хребтом Хамар-Дабан, а восточное – хребтом Улан-Бургасы. Это место прорыва Пра-Селенги сквозь воздымающуюся преграду к Байкалу. Здесь планировалось строительства плотины ГЭС.

Южнее находится комплекс геологических объектов, связанных с *Ошурковским апатитовым месторождением*, для посещения которого авторами разработана однодневная экскурсия (рис. 2). На эту площадь выдана лицензия ООО «Дакси ЛТД», но работы не ведутся, ожидается прекращение действия лицензии. Ошурковский апатитоносный массив расположен в районе падей Ошуркова и Уточкина, в низовьях р. Селенга, на ее левом берегу в 0,8 км от основного русла, в 10 км к северо-западу от г. Улан-Удэ.



Рисунок 2 – Схема маршрута геологической экскурсии: 1 – утес, 2 - опытный карьер, 3 - закопушки с хрусталем, 4 - северо-западный карьер, 5 - обнажение Ферсмана

Первые исследования Ошурковского массива связаны с проявлениями горного хрусталя и солнечного камня – поделочной разновидности калиевого полевого шпата, разрабатываемыми жителями бывшего села Уточкино. Считается, что месторождение солнечного камня Уточкина падь открыто К.Г. Фидлером в 1832 г. Более известно посещение этого места А.Е. Ферсманом в 1915 г. Им изучались пегматиты Уточкиной пади, которые описаны как гранитные пегматиты со скаполитом и цеолитами, переходящие в мигматитовые образования. Вмещающие породы им определены как сильно сдавленные гранито-гнейсы, местами переходящие в амфиболиты [42; 43].

Обнажение Уточкина падь имеет официальный статус памятника природы регионального значения, охраняется с 1980 г. Уточкина падь (Береговое обнажение, обнажение Ферсмана) расположено вдоль автомобильной дороги Улан-Удэ – Байкал – Иркутск. Это уникальное двухсотметровое в длину обнажение апатитоносных пород, гранитных пегматитов, в том числе амазонитовых, карбонатитов, гидротермальной цеолитовой и кварцевой минерализации (рис. 3). В горных породах обнажения описано более 30 минералов. В дальнейшем обнажение стало местом проведения практик студентов вузов Улан-Удэ, геологических экскурсий при проведении конференций, петрологическим полигоном, на котором работают многие специалисты [42; 43]. По материалам экскурсий даже открываются новые для России минералы [44].

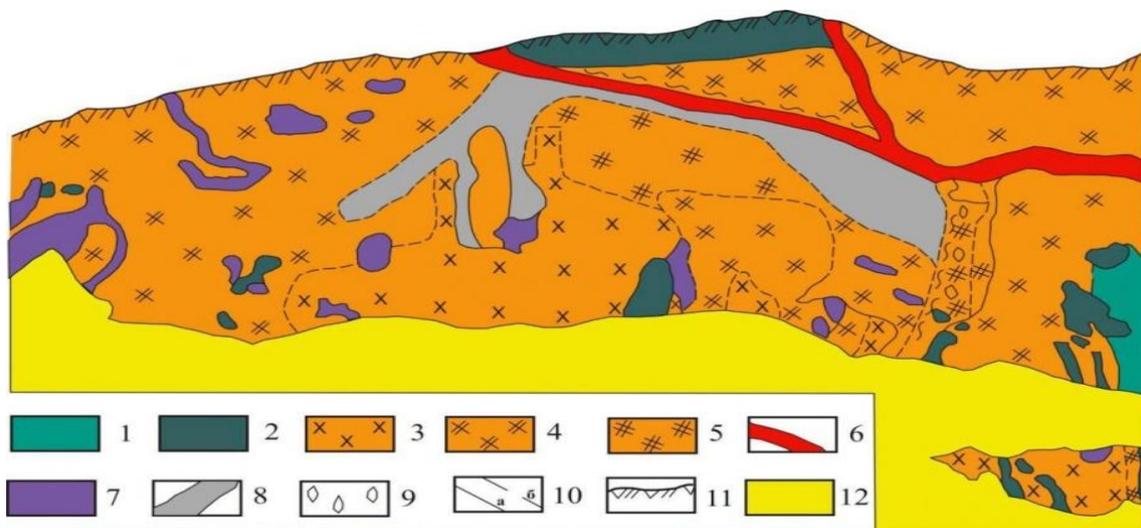


Рисунок 3 – Зарисовка обнажения Ферсмана [43]

где: 1 - монцодиориты; 2 – дайки ороговикованных монцодиоритов; 3 – сиениты среднезернистые; 4 – сиениты крупнозернистые; 5 – сиенитовые пегматиты; 6 – гранитный пегматит; 7 – цеолиты; 8 – карбонатит; 9 – повышенное содержание апатита; 10 – контакты: а) четкие, б) постепенные; 11 – почвенно-растительный слой; 12 – осыпь.

В 1960-1970-е годы массив изучался в связи с открытием Ошурковского апатитового месторождения, крупнейшего в Сибири. Он привлекает пристальное внимание исследователей. При этом высказывались разные точки зрения на происхождение апатитового оруденения: оно рассматривалось как позднемагматическое, метасоматическое, раннемагматическое. Не меньший интерес массив представляет в петрологическом плане благодаря своеобразному составу слагающих его пород, особенно основных, которые трактовались как щелочные, апатитоносные диориты, щелочно-ультрасосновные породы и монцодиориты до монцонитов. Исследования продолжаются [44-48].

Утес Высокий возвышается на 30 м утес с левой стороны шоссе Улан-Удэ - Иркутск у отворота на кладбище Ошурково. В серых монцодиоритах Ошурковского массива хорошо видны субвертикальные дайки лампрофиров, отличающихся более темным цветом и пониженной зернистостью. Иногда они секут друг друга, ветвятся. В некоторых лапрофирах содержание апатита достигает 10%. Далее вдоль дороги на кладбище появляются субгоризонтальные жилы гранитных пегматитов. Выше обрыва плоское остепненное пространство с ирисами и плиточными могилами [42].

Следующие объекты находятся вдоль второй, верхней дороги в левом борту ручья Уточкина Падь.

Опытный карьер. Вскрыты разнообразные по цвету и зернистости апатитоносные монцодиориты. Присутствуют гранитные пегматиты. Можно найти солнечный камень.

Закопушки с горным хрусталем. В лесу канавки и ямы, вскрывающие гидротермальные кварцевые жилы с щетками горного хрусталя.

Северо-Западный карьер. Расчистка горного склона, вскрывающая контакт Ошурковского массива с вмещающими гранито-гнейсами. Присутствуют гидротермальные жилы кальцита.

В этом районе есть ряд археологических памятников.

Поселение Ошурково – комплекс разновременных от позднего палеолита до неолита поселений на северной окраине села. Памятник практически полностью утрачен в результате строительства автодороги. Открыто А.П. Окладниковым в 1951 г. Первый по времени открытия стратифицированный памятник Забайкалья. Было найдено более 5 тысяч артефактов [42, 49]. В последние годы в связи с дальнейшим расширением автодороги проведены спасательные археологические раскопки [50], сопровождаемые палеонтологическими исследованиями [51].

Падь Уточкина - стоянка каменного - железного века. Находится в 4 км к северу от села Сотниково, по северному борту Уточкиной пади, в 0,1 км северо-западнее кладбища. Открыта А.П. Окладниковым в 1948 г. Коллекция каменных артефактов, керамика, в том числе хуннская, хранятся в ИАиЭ СО РАН. Здесь же находится плиточный могильник, такие могильники отмечаются в выположенных остепненных участках вплоть до с. Сотниково [42; 49].

Следующий узел – Халютинский по ручью Халюта, левому притоку р. Иволга, известный одноименным источником и рядом проявлений карбонатитов – своеобразных магматических пород, состоящих преимущественно из карбонатных минералов с разнообразной минерализацией.

Халютинский источник изливается под напором из тектонического разлома. Вода гидрокарбонатная магниевно-кальциевая с минерализацией 270 мг/л, дебитом до 10 л/с, температурой 2-3° С и концентрацией радона 36-409 эман. Высокое содержание стронция до 0,02 г/дм³ связано с Халютинским месторождением, расположенным выше по распадку. Источник каптирован двумя деревянными желобами. Вода используется для лечения желудочных и ревматических заболеваний. Отдыхающие встают под струю воды на непродолжительное время. Вода из второго желоба используется для питья, считается, что она помогает в профилактике простудных и острых респираторных заболеваний. На источнике есть гостевой дом «Юрта на Халютах», предоставляющий различные услуги. Палаточные лагеря расположены в пределах двух площадок с оборудованными местами для костровиц. В среднем летом число отдыхающих колеблется от 40–50 человек в будние дни до 100 человек в воскресенье. Зимой посетителей меньше [42; 52; 53].

Халютинское стронций-барий-редкоземельное проявление в левом борту долины ручья Халюта выше источника. Среди палеозойских гнейсовидных гранитов и кварцевых сиенитов установлено 5 участков с проявлениями

карбонатитов: Халютинский, Верхне-Халютинский, Нижне-Шалутайский, Верхне-Шалутайский, Аршан-Халютинский. Это существенно кальцитовые пологопадающие плито- и плащеобразные тела. Халютинское тело имеет размеры 650×460 м при средней мощности 37,5 м. Карбонатиты полосчатые, линзовидно-полосчатые и брекчиевые, сложены кальцитом, барито-целестином, стронцианитом, магнетитом, апатитом и флогопитом. Акцессорные минералы - монацит, циркон, пироклор, рибекит, рихтерит. Позднее были сформированы тела доломитового карбонатита бефорсита. На отдельных участках месторождения присутствуют маломощные, до нескольких метров, дайки щелочных габброидов и сиенитов. Они, как и карбонатиты, характеризуются повышенными содержаниями бария, стронция, сульфатной серы и редкоземельных элементов. В них установлены кальцит и сульфатные минералы [54-56].

Аршанское проявление редких земель с флюоритом и ураном приурочено к Аршанскому разлому и представлено тремя сближенными телами редкоземельных приразломных карбонатитов размерами 250×75, 80×50 и 75×50 м в плане. Карбонатиты брекчиево-полосчатые, сложены кальцитом, флогопитом, биотитом, бастнезитом, барито-целестином, стронцианитом, монацитом, флюоритом, магнетитом и гематитом [56].

Южное проявление находится в 7-9 км от Аршанского. Карбонатиты слагают дайки, плащеобразные залежи и тела брекчиевых пород, подобных диатремам, и состоят из кальцита с фенокристаллами флогопита, барита, ортоклаза, редко бастнезита. На контактах тел развиты зоны фенитизации с флогопитом, альбитом и небольшими количествами рихтерита. В карбонатитах присутствуют литокласты различных по составу пород. Они представлены в основном фенитами, гранитами, кристаллическими сланцами, реже породами основного и щелочного состава, кварцитами. Кроме того, локально встречаются литокласты карбонатитов ранней фазы кристаллизации. На площади проявления отмечены дайки щелочно-основных пород и щелочных сиенитов [55].

Между Улан-Удэ и Иволгинском находятся еще один узел памятников, который можно назвать Пригородным.

Иволгинское (Хуннское) городище - археологический комплекс на первой надпойменной террасе старицы Селенги, в 1 км юго-восточнее с. Нур-Селение, в 1 км к югу от с. Сужа, в 1 км от автомагистрали. Иволгинское городище - единственный известный на настоящий момент город Хуннской державы. Памятник был открыт в 1927 г. В.В. Поповым. В 1928-1929 гг. на городище были проведены первые раскопки. Г.П. Сосновским был снят первый план памятника, а также раскопаны три жилища. Под руководством А.В. Давыдовой в течение 12 полевых сезонов с 1949 по 1974 г. было вскрыто 7000 кв. м, исследована большая часть жилищных комплексов и других конструкций, а также открыт и раскопан синхронный городищу могильник.

Городище было окружено четырьмя валами и рвами. Город был густо заселён, дома его обитателей, хозяйственные постройки и ремесленные мастерские располагались очень близко друг к другу, возможно, образуя какое-то подобие улиц. Максимальная численность одновременно живущих обитателей городища могла достигать нескольких тысяч человек. Раскопанные на городище жилища имели подквадратную форму со сторонами от 3 до 7 м, с углублением пола в грунт до 1 м. Они покрывались двускатными земляными крышами, стены и пол обмазывались глиной. Вход устраивался в юго-восточном углу южной стены. Жилища обогревались очагом, сооружённым из каменных плит. Печь находилась напротив входа, в северо-восточном углу. По северной и западной стенам проходил дымоход, тоже сложенный из каменных плит, который завершался вытяжной трубой. Примерно в центре города находился самый большой дом прямоугольной формы размером 13 × 11,5 м. Строение было полностью наземным, из глинобитных стен толщиной более 1 м. Система отопления и обогрева являлась такой же, как и в других жилищах. Считается, что это была резиденция правителя крепости.

С 2017 г. начался современный этап изучения городища. Поскольку памятник достаточно хорошо исследован с археологической точки зрения, первоочередной задачей стало выявление корпуса новых источников, которые позволили бы получить дополнительную информацию о природно-экологической среде хуннского времени и системе жизнеобеспечения [57].

Тологойский разрез - официальный памятник природы, охраняется с 1980 г. Разрез был открыт академиком А.П. Окладниковым в 1951 г. Детально изучался Л.Н. Иваньевым, Н.А. Флоренсовым, Н.К. Верещагиным, Д.Б. Базаровым, Э.И. Равским, Э.А. Вангенгейм, Л.П. Александровой, М.А. Ербаевой, А.Г. Покатиловым, Н.П. Калмыковым, Л.В. Голубевой. Разрез находится на стыке Иволгинской впадины и долины Селенги у живописной горы Тологой в 15 км от г. Улан-Удэ [42].

Разрез Тологой опорный не только для Забайкалья, но и всей Восточной Сибири. Здесь вскрываются последовательные осадки от позднего плиоцена до голоцена включительно. В разрезе Тологой установлен стратотип тологийской свиты, выделены тологийский фаунистический комплекс и иволгинская фауна. Обильны костные остатки рыб, мелких и крупных млекопитающих, включая цокора, пищуху, гиену, тологийского носорога, санмэньскую лошадь, бизона, винторогую антилопу. Палеомагнитные исследования позволили впервые установить в разрезе Тологой 2 границу Брюнес/Матуяма. Здесь также впервые установлено, что многолетнемерзлые породы появились в интервале 0.78–0.99 млн лет (мерзлотные деформации в виде земляных жил), ранее считалось что мерзлота в Забайкалье появилась только в период рисского оледенения [58].

Новые палеонтологические данные позволили проследить эволюционное развитие биоты от позднего плиоцена до голоцена включительно. По

гранулометрическим данным в разрезе обнаружено 5 ископаемых почв. Для отложений Тологойского разреза по геохимическим данным были реконструированы палеотемпературы и среднегодовое количество осадков, изучено распределение редкоземельных элементов в четвертичных отложениях. Исследования позволили установить 4 цикла осадконакопления и выявить, что климат во время формирования отложений разреза носил циклический характер, периоды увлажнения сменялись аридными эпохами разной интенсивности и продолжительности; осадочный материал транспортировался на участок седиментации из ближнего источника [58].

Стоянка Гэсэра (Шаманские горы) – комплекс, расположенный на высоком, скалистом берегу р. Селенги. Это место с древних времен является сакральным, у подножия горы до строительства автодороги сохранялись петроглифы с изображением оленя, несущего на своих рогах солнце. Комплекс состоит из оленного камня, камня с древней символикой и надписью, столбов-коновязей и беседки Гэсэра. С горы открывается широкая панорама на долину Селенги и Улан-Удэ. На обрыве установлена скульптурная композиция из двух оленей [52].



Рисунок 4 – Стоянка Гэсэра

[Источник: <https://mywildsiberia.ru/shamanskie-goryi-oleni-stoyanka-gesera/>]

Следующий узел памятников – Иволгинский. Здесь расположен буддийский монастырь *Иволгинский дацан* (рис. 5), рассматриваемый как историко-культурный памятник природы из-за требующихся для размещения дацанов особенностей местности (гора с севера, священная роща, священный источник - аршан). Это центр буддийской религии в Российской Федерации, объект

паломничества в том числе из-за нетленного тела хамбо-ламы Д.Д. Итигэлова [42].



Рисунок 5 – Один из дуганов (храмов) Иволгинского дацана
[Источник: https://moya-planeta.ru/reports/view/ivolginskij_datsan]

Иволгинская Сопка на окраине одноименного села, официальный памятник природы, охраняется с 1980 г. Колоритное возвышение, по форме напоминающее голову, бурятское название горы – Баин-Тогод. Восточный склон ее гладкий, западный – скалистый. У подножия горы находилась пещера с десятками выходов. В настоящее время она завалена. Недалеко от горы есть небольшая ниша – пещера Гун-Саба, названная в честь российского посла Саввы Рагузинского. Сопка является священным местом, местом отдыха местных жителей. Здесь снимались кинофильмы “Сын табунщика” и “Золотой дом”. Памятник геоморфологического типа [42; 52].

Источник Аршан Итигилова расположен в 2 км от с. Оронгой вблизи автомобильной трассы Улан-Удэ-Кяхта, в левом борту Иволгинской котловины. Проявление расположено в пределах верхнемезозойской впадины забайкальского типа, сложенной гранитоидами и содержит серебро [52].

Иволгинское месторождение флюорита – три сближенные кварц-флюоритовые жилы, секущие гранитоиды соготинского комплекса и конгломераты галгатайской свиты. Протяжённость жил 800-880 м при мощности 0,2-1,1 м. Содержание флюорита в жилах изменяется от 22,6% до 73,4% [56].

Третьяковское проявление золота, серебра и флюорита в составе Гильберинского золото-серебро-флюорит-редкометального рудного узла - кварц-флюоритовые и кварцевые жилы, а также штокверковые зоны. На участке 4×1,5 км выявлено пять сближенных кварц-флюоритовых жил протяжённостью

от 100 до 1150 м при мощности жил от 0,05 до 3,1 м и пять зон окварцевания с золото-серебряной минерализацией протяжённостью от 150 до 200 м при мощности от 0,2 до 3,0 м [56].

В центральной части найдены циркон-титаномагнетитовые руды с редкой вкрапленностью апатита, кварца и монацита. В магнетите многочисленные пластинчатые вроски манганоильменита, псевдорутила, рутила и титаномагнетита. По циркону позволило в аншлифе определен U-Pb возраст 277 ± 1.5 млн лет, отвечающий возрасту рифтогенного магматизма Западного Забайкалья. Предположено метасоматическое происхождение циркон-титаномагнетитовых руд [59].

Источник Отобулак (Ута-Булаг) - официальный памятник природы, охраняется с 1981 г. Целый комплекс минеральных источников находится в 5 км от с. Ключи, вблизи автотрассы Улан-Удэ-Кяхта. 16 ключей бьют у подножия хребта на дне родниковой воронки диаметром около 30 м с суммарным дебитом 1,3 л/с. Вода по составу гидрокарбонатная кальциево-магниевая с минерализацией 0,37 г/л, температурой 8,2° С и радиоактивностью 56-73 эмана. В 60-х годах XX в. в местности был организован дом отдыха совхоза «Оронгойский». В 90-е годы инфраструктура пришла в упадок, фактически дом отдыха прекратил свое существование. В настоящее время силами жителей с. Оронгой территория огорожена, построены ванный и жилой корпуса, столовая, оборудовано место для костра. Здравница работает в летнее время, однако набрать воду можно и зимой. Все источники пронумерованы. Рядом с каждым источником находится аншлаг с указанием болезней, при которых он помогает. Количество посетителей в среднем от 100 до 500 человек в год [42; 53].

Источник Ошор-Булаг находится юго-западнее с. Калёново. Анализ воды не проведен. Местные жители огородили источник забором, смастерили стол и скамейки. Вода источника применяется при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, простудных заболеваниях [53].

На юге планируемого геопарка находится Лесной массив Кокоринский - официальный памятник природы, охраняется с 1980 г. Лесной массив, находящийся в 10 км юго-западнее с. Кокорино - место гнездовья цапель (на площади 800×400 м гнездится более 100 птиц). Колония цапель взята под охрану в апреле 1974 г. согласно конвенции “Об охране перелетных птиц, находящихся под угрозой исчезновения, и среды их обитания”, подписанной СССР и Японией в 1973 г. Местными жителями почитается шаманский и буддистский комплекс (субурган Шэнэ-Хотэ) [42, 52].

Выводы. Оформление геопарка «Долина Селенги» имеет большую перспективу для организации радиальных однодневных экскурсий из г. Улан-Удэ, проведения студенческих практик и научных исследований. Это может способствовать повышению рентабельности приема туристов в Улан-Удэ. Сейчас Улан-Удэ рассматривается преимущественно транзитный пункт

пребывания туристов по пути на Байкал. Предложения туристам сводятся к обзорным экскурсиям, посещению Этнографического музея народов Забайкалья, Иволгинского дацана, этнографических туров в бурятские и старообрядческие поселения пригородных Заиграевского и Тарбагатайского районов.

В Улан-Удэ находится международный аэропорт на территории предлагаемого геопарка, железнодорожный вокзал на Транссибирской магистрали и ветке Улан-Удэ – Улан-Батор – Пекин. В Улан-Удэ большое число мест размещения туристов от хостелов до 5-звездочных отелей, развития сеть общественного питания, включая этнические заведения. Создание геопарка с разработкой нескольких однодневных экскурсий могло бы задержать туристов в Улан-Удэ как минимум до недели.

Финансирование. Работа выполнена по госзаданию ГИН СО РАН № АААА-А21-121011390003-9.

Financing. The work was carried out according to the state order of the State Institute of Economy of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences No. АААА-А21-121011390003-9.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калихман Т.П., Бардаш А.В., Энх-Ангалан С. Охраняемые природные территории Сибири и Монголии: сравнительный анализ // География и природные ресурсы. 2022. Т. 43. № 2. С. 13-24. DOI:10.15372/GIPR20220202.
2. Frey M.-L. Geotourism—Examining Tools for Sustainable Development // Geosciences. 2021. Vol. 11. 30. <https://doi.org/10.3390/geosciences11010030>.
3. Ковалев С.Г. Геопарки как основа неиндустриального развития территорий // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 3–11. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-1>.
4. Pérez-Romero M.E., Álvarez-García J., Flores-Romero M.B., Jiménez-Islas D. UNESCO Global Geoparks 22 Years after Their Creation: Analysis of Scientific Production // Land. 2023. Vol. 12. 671. <https://doi.org/10.3390/land12030671>.
5. Корф Е.Д. Проблемы и перспективы развития геопарка «Алтай» // Общество. Среда. Развитие. 2017. № 2. С. 108–115.
6. Стеньшин И.М. Ульяновский государственный палеонтологический заказник – один из главных объектов геопарка «Ундрия» // Геологические памятники природы: характеристика, состояние, использование. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Горно-Алтайск, 2021. С. 150-152.
7. Стеньшин И.М. Разрезы геопарка «Ундория» и сопредельных территорий, их значение, потенциал и перспективы изучения // Проблемы палеоэкологии и исторической геоэкологии. Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора Виталия Георгиевича Очева. Москва – Самара – Тольятти, 2021. С. 35-38.

8. Капков С.А., Лукашина Н.А., Третьякова Е.А. Механизмы достижения целей устойчивого развития в геопарке «Торатау» // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 12–17. <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-2>.
9. Пучков В.Н. Особенности геологического строения геопарка «Торатау» // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 18–49. <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-3>.
10. Смирнов А.И., Соколов Ю.В., Муслухов Ш.И. Спелеологические объекты шихана Торатау // Геологический вестник. 2022. № 3. С. 114–127. DOI:10.31084/2619-0087/2022-3-10.
11. Джамирзоев Г.С., Идрисов И.А., Атаев З.В. Природные предпосылки создания геопарка ЮНЕСКО «Сарыкум и Нарат-Тюбе» // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2017. Т. 11. № 4. С. 26-34.
12. Савченков К.С., Матвеева Л.Ф. К проекту Байкальского геопарка ЮНЕСКО: научная составляющая экскурсионных маршрутов // Тенденции развития туризма и гостеприимства в России: Материалы студенческой научно-практической конференции, 14 марта 2018 г./ под ред. С.В. Дусенко, Н.В. Косаревой. М.: РГУФКСМиТ, 2018. С. 300-304.
13. Ляхницкий Ю.С., Петров О.В., Бродский А.В. Обоснование организации геопарка Ингерманландия // Геологические памятники природы: характеристика, состояние, использование. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Горно-Алтайск, 2021. С. 120-124.
14. Гаврильчик А.Н. Концепция геопарка в Республике Саха и его роль в развитии геологического туризма // Туризм как фактор регионального развития. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. Ответственные за выпуск Е.В. Курилова, Е.А. Ивлиева. Екатеринбург: УГЭУ, 2018. С. 33-36.
15. Колосов П.Н. Геопарк в Арктической Якутии // Арктический вектор: стратегия развития. Материалы II-й научно-практической конференции. Якутск: Академия наук РС(Я), 2019. С. 188-189.
16. Кислов Е.В. Перспективы создания геопарка «Горы Северного Байкала» // Геологические памятники природы: характеристика, состояние, использование. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Горно-Алтайск, 2021. С. 88-92.
17. Сеница С.М., Вильмова Е.С. К вопросу о сохранении геологического наследия // Геология и минерагения Забайкалья: Сборник докладов и статей к научно-производственной конференции, посвящённой шестидесятилетию Федерального государственного унитарного геологического предприятия

- «Читагеолсъёмка», Чита, 22-23 апреля 2010 г. Чита: Изд-во ЗабГГПУ, 2010. С. 275-280.
- 18.Филенко Р.А., Панкова О.Д. Уникальные геотуристические объекты около города Читы и их научно-образовательное значение // Проблемы развития индустрии туризма. VI Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. Чита: Забайкальский государственный университет, 2020. С. 335-342.
- 19.Редькин А.Г., Отто О.В. Геопарк как новое направление развития туризма в горных районах Алтайского края // Наука и туризм: стратегии взаимодействия. 2015. № 4. С. 9-15.
- 20.Платонова С.Г. Геологические предпосылки создания геопарка в Алтайском крае // Региональная экономика: технологии, экономика, экология и инфраструктура. Материалы III-й Международной научно-практической конференции, посвящённой 25-летию ТувИКОПР СО РАН и 45-летию академической науки в Туве. Под общей редакцией Г.Ф. Балакиной, ответственный редактор В.О. Ооржак. 2019. С. 440-444.
- 21.Савкина М.С. Оценка геологических перспектив создания геопарков на территориях заброшенных шахт Кемеровской области // Междисциплинарные подходы в биологии, медицине и науках о Земле: теоретические и прикладные аспекты. Материалы симпозиума XVIII (L) Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, приуроченной к 50-летию КемГУ. Выпуск 24. Науч. редактор Ф.Ю. Кайзер. Кемерово, 2023. С. 159-162.
- 22.Чуднов А.Л. Концепция геопарка «гора Высокая» // Город, социум, среда: история и векторы развития. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, г. Нижний Тагил, 14–15 сентября 2017 г. Ответственный редактор О.В. Рыжкова. Нижний Тагил: НТГСПИ (ф) РГПУ, 2017. С. 238-242.
- 23.Копылов И.С., Даль Л.И., Трофимов Р.Н. Геологические предпосылки создания геопарка на Среднем Урале // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2019. № 2. С. 50-56.
- 24.Зайцев А.А. О возможности организации геопарка в долине реки Усьва // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 1-6. С. 1752-1755.
- 25.Наумкин Д.В., Козлова Н.Н., Стёпина М.М. Кунгурская ледяная пещера и её окрестности как основа для организации геопарка в Пермском крае // Всероссийские научные чтения памяти ильменского минералога В.О. Полякова. 2016. № 17. С. 66-71.

26. Безматерных Е.О., Кадебская О.И. Организация геотуристического пространства путём создания геопарка «Сылвенский» // География и туризм. 2021. № 1. С. 50-56.
27. Мацука А.Г. Геопарк "Кувандык" Оренбургской области // Туризм как фактор регионального развития. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. Ответственные за выпуск Е.В. Курилова, Е.А. Ивлиева. Екатеринбург: УГЭУ, 2018. С. 76-79.
28. Ляхницкий Ю.С. Саблинский памятник природы – первый геопарк России // Спелеология и спелестология: развитие и взаимодействие наук. 2010. № 1. С. 308-311.
29. Светов С.А., Колесников Н.Г., Колесникова Н.В. Предпосылки организации геопарков в Республике Карелия // Современные проблемы сервиса и туризма. 2016. Т. 10, № 1. С. 111- 119. DOI:10.12737/17791.
30. Huber M., Mokrushin A.V., Zhigunova G., Lata L., Skupiński S., Yakovleva O. Touristic and educational potential of the Afrikanda alkaline-ultrabasic massif as a geopark // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2019. № 16. С. 607–610. <https://doi.org/10.31241/FNS.2019.16.124>.
31. Порошина И.В. Ильменский глинт как потенциальный геопарк Девонского периода // Дни науки и инноваций НовГУ. Материалы XXVII научной конференции преподавателей, аспирантов и студентов НовГУ. Великий Новгород, 2020. С. 70-75. DOI: 10.34680/978-5-89896-668-3/2020.DN-3.10.
32. Бубнова Е.С., Шлюбская К.Г. Научное обоснование организации геопарка в поселке Донское Калининградской области // XXIX Береговая конференция: Натурные и теоретические исследования - в практику берегопользования. 2022. С. 359-361.
33. Калмыкова М.К. Нижневолжский глобальный геопарк: Вольский кластер // Туристско-рекреационный потенциал и особенности развития туризма. Материалы международной научно-практической конференции студентов и аспирантов. Выпуск 5. Калининград: Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, 2011. С. 64-68.
34. Шурховецкий А.В. Информационно-географическое обеспечение проектирование геопарков (на примере Александрово-Балыклейского геопарка Волгоградской области). Автореферат дис. ... кандидата географических наук / Рос. гос. пед. ун-т им. А.И. Герцена. Санкт-Петербург, 2013. 23 с.
35. Коломиец А.М., Кочуров Е.Ю. К обоснованию создания геопарка ЮНЕСКО в России (на примере Ичаловского пещерного комплекса в Нижегородской области) // Разведка и охрана недр. 2020. № 11. С. 64-66.
36. Рубан Д.А. Уникальные центры георазнообразия – основа для создания национальных геопарков // Отечественная геология. 2010. № 4. С. 77-80.

- 37.Тавасиев Р.А., Тебиева Д.И. Памятники природы на территории планируемого геопарка «Казбекско-Джимарайский» // Вестник Владикавказского научного центра. 2021. Т. 21, № 1. С. 71-77. DOI 10.46698/u4667-7585-7668-m.
- 38.Караев Ю.И., Васьков И.М., Гуня А.Н., Хосаев Х.С. Глобальные геопарки ЮНЕСКО в вопросах устойчивого развития горных территорий (Северный Кавказ, Чеченская республика) // Вестник КНИИ РАН. 2021. № 3 (7). С. 66-76. DOI:10.34824/VKNIRAN.2021.7.3.008.
- 39.Даукаев А.А., Караев Ю.И., Даукаев А.А., Кусова Ж.Г., Гацаева Л.С. Уникальные природные и историко-культурные объекты Галанчожского района Чеченской республики в связи с проблемой создания геопарков // География в школе. 2022. № 3. С. 15-22. DOI:10.47639/0016-7207_2022_3_15.
- 40.Костовска С.К., Адаева Д.О., Чепалыга А.Л. О возможности создания новой категории природоохранных территорий – геопарка террасового типа // Проблемы региональной экологии. 2020. № 6. С. 86-92. DOI: 10.24412/1728-323X-2020-6-86-92.
- 41.Адаева Д.О., Костовска С.К. Методические подходы к оценке экологической емкости территории прибрежного геопарка в Юго-Восточном Крыму // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2022. Т. 8. №. 4. С. 83-93.
- 42.Кислов Е.В. Памятники природы (на примере Западного Забайкалья). Методическое пособие. Улан-Удэ: Издательство БНЦ СО РАН, 1999. 180 с.
- 43.Кислов Е.В. Путеводитель экскурсии. Минералогия Северо-Восточной Азии: Вторая всерос. Научн.-практ. конф. Улан-Удэ, 2011. 12 с.
- 44.Ненашева С.Н., Паутов Л.А. Югаваралит из обнажения им. А.Е.Ферсмана апатитового месторождения Ошурковское, Бурятия, Россия // Новые данные о минералах. 2014. Т. 49. С. 42-50.
- 45.Рипп Г.С., Избродин И.А., Дорошкевич А.Г., Ласточкин Е.И., Рампилов М.О., Сергеев С.А., Травин А.В., Посохов В.Ф. Хронология формирования пород габбро-сиенит-гранитной серии Ошурковского плутона, Западное Забайкалье // Петрология. 2013. Т. 21, № 4. С. 414-432. DOI: 10.7868/S0869590313030059
- 46.Рипп Г.С., Дорошкевич А.Г., Ласточкин Е.И., Избродин И.А. Изотопно-геохимические особенности пород Ошурковского апатитоносного массива (Западное Забайкалье) // Геохимия. 2014. № 4. С. 302–318. DOI: 10.7868/S0016752514020071
- 47.Рампилов М.О., Рипп Г.С., Ласточкин Е.И., Избродин И.А. Мафические включения и минглинг-структуры в аплитах Ошурковского массива (Западное Забайкалье) // Геодинамика и тектонофизика. 2017. Т. 8. № 2. С. 269–281. DOI:10.5800/GT-2017-8-2-0241.

48. Шабашев В.Я. Железо-титановое оруденение Ошурковского массива (Забайкалье) // Геосферные исследования. 2022. № 1. С. 48–67. DOI: 10.17223/25421379/22/3
49. Лбова Л.В., Хамзина Е.А. Древности Бурятии. Карта археологических памятников. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 1999. 241 с.
50. Базаров Б.А., Миягашев Д.А., Именохоев Н.В. Актуализация направления «Спасательная археология» в деятельности ИМБТ СО РАН // Республике Бурятия – 95 лет: сб. науч. ст. / науч. ред. Б.В. Базаров. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2018. С. 251-254. DOI: 10.30792/978-5-7925-0521-6-2018-251-254
51. Щепина Н.А., Хензыхенова Ф.И., Намзалова О. Д.-Ц. Фауна земноводных и пресмыкающихся позднего плейстоцена и голоцена Байкальского региона (новые данные) // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 3. 2016. № 4. С. 48-61. DOI: 10.21638/11701/spbu03.2016.404
52. Елаев Э.Н., Бабилов В.А., Черных В.Н., Жалсараева Д.С. Памятники природы Иволгинского района (Республика Бурятия): Итоги экологической паспортизации // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. 2020. № 1. С. 18-55.
53. Санжиева А.В., Будаева С.Б. Бальнеологические ресурсы Иволгинской долины Республики Бурятия как туристский ресурс // Проблемы, опыт и перспективы развития туризма, сервиса и социокультурной деятельности в России и за рубежом: материалы III междунар. науч.-практ. интернет-конф., Чита, 21-23 дек. 2016 г. / Забайкальский гос. ун-т; отв. ред. О.А. Лях. Чита, 2016. С. 291-299.
54. Дорошкевич А.Г., Рипп Г.С. Изотопная характеристика пород Халютинского карбонатитового комплекса (Западное Забайкалье) // Геохимия. 2009. № 12. С. 1279-1293.
55. Рипп Г.С., Дорошкевич А.Г., Посохов В.Ф. Возраст карбонатитового магматизма Забайкалья // Петрология. 2009. Т. 17, № 1. С. 79-96.
56. Платов В.С. Терещенков В.Г., Савченко А.А., Бусуек С.М., Аносова Г.Б., Полянский С.А. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Лист М-48-VI. Селенгинская серия. Объяснительная записка. М.: МФ ВСЕГЕИ, 2013. 156 с.
57. Крадин Н.Н., Прокопцев С.Д., Симухин А.И. Новые результаты исследований жилищ Иволгинского городища // Мультидисциплинарные исследования в археологии. 2022. № 2. С. 77-87. DOI 10.24412/2658-3550-2022-2-77-87
58. Ербаева М.А., Алексеева Н.В., Щетников А.А., Иванова В.В., Филинов И.А., Хензыхенова Ф.И., Андреева Д.Б., Намзалова О. Д.-Ц. Опорный разрез Тологой как уникальный архив динамики природной среды позднего кайнозоя Байкальского региона // Геодинамика и минерагения Северной и Центральной Азии: материалы V Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 45-летию Геологического института СО РАН /

отв. ред. Е.В. Кислов. Улан-Удэ: Издательство Бурятского госуниверситета, 2018. С. 167-169.

59. Дамдинов Б.Б., Хубанов В.Б., Горячев Н.А., Дамдинова Л.Б., Извекова А.Д. Состав и возраст необычных циркон-титаномагнетитовых руд Третьяковского золото-флюоритового месторождения (Западное Забайкалье) // Доклады РАН. Науки о Земле. 2023. DOI: 10.1134/S1028334X23602614.

REFERENCES

1. Kalikhman T.P., Bardash A.V., Enkh-amgalan S. Protected natural areas of Siberia and Mongolia: a comparative analysis // *Geography and Natural Resources*. 2022. Т. 43. № 2. pp. 108-118. DOI:10.15372/GIPR20220202
2. Frey M.-L. Geotourism—Examining Tools for Sustainable Development // *Geosciences*. 2021. Vol. 11. 30. <https://doi.org/10.3390/geosciences11010030>
3. Kovalev S.G. Geoparks as the basis of non-industrial development of territories // *Geologicheskii vestnik*. 2019. No. 3. pp. 3–11. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-1>. (In Russian with English abstract)
4. Pérez-Romero M.E., Álvarez-García J., Flores-Romero M.B., Jiménez-Islas D. (2023) UNESCO Global Geoparks 22 Years after Their Creation: Analysis of Scientific Production // *Land*. 2023. Vol. 12. 671. <https://doi.org/10.3390/land12030671>
5. Korf E.D. Problems and prospects of development of the Altai Geopark // *Society. Environment. Development*. 2017. No. 2. pp. 108-115. (In Russian)
6. Stenshin I.M. Ulyanovsk state paleontological reserve is one of the main objects of the Undoria geopark // *Geological monuments of nature: characteristics, condition, use. Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation. Gorno-Altaysk, 2021*. pp. 150-152. (In Russian with English abstract)
7. Stenshin I.M. Sections of the Undoria geopark and adjacent territories, their significance, potential and prospects for study // *Problems of Paleoecology and Historical Geoecology. Compilation of scientific materials of the All-Russian scientific conference dedicated Professor Vitaly Georgievich Ochev Moscow – Samara – Tolyatti, 2021*. pp. 35-38 (In Russian)
8. Kapkov S.A., Lukashina N.A., Tretyakova E.A. Mechanisms for achieving sustainable development goals in the “Toratau” geopark // *Geologicheskii vestnik*. 2019. No. 3. pp. 12–17. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-2> (In Russian with English abstract)
9. Puchkov V.N. Geological features of geopark “Toratau” // *Geologicheskii vestnik*. 2019. No. 3. pp. 18–49. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-3> (In Russian with English abstract).

10. Smirnov A.I., Sokolov Y.V., Muslukhov Sh.I. Speleological objects of Shikhan Toratau // *Geologicheskii vestnik*. 2022. No. 3. pp. 114—127. DOI: 10.31084/2619-0087/2022-3-10 (In Russian with English abstract)
11. Dzhampirzoev G.S., Idrisov I.A., Ataev Z.V. Natural rationale for the creation of a UNESCO geopark "Sarykum and Narat-Tyube" // *Dagestan State Pedagogical University Journal. Natural and Exact Sciences*. 2017. Vol. 11, No. 4. pp. 26-34. (In Russian with English abstract)
12. Savchenkov K.S., Matveeva L.F. The project Baikal UNESCO geopark: scientific part of excursion routes // *Trends in the development of tourism and hospitality in Russia: Materials of the student scientific and practical conference, March 14, 2018/* edited by S.V. Dusenko, N.V. Kosareva. Moscow: RSUFKSMaT, 2018. pp. 300-304. (In Russian with English abstract)
13. Lyakhnitsky Yu.S., Petrov O.V., Brodsky A.V. Rationale for establishing the Ingermanland geopark // *Geological monuments of nature: characteristics, condition, use. Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation*. Gorno-Altaysk, 2021. pp. 120-124. (In Russian with English abstract)
14. Gavrilchik A.N. The concept of a geopark in the Sakha Republic and its role in the development of geological tourism // *Tourism as a factor of regional development. Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference*. Responsible for the release of E.V. Kurilova, E.A. Ivlieva. Yekaterinburg: USUE, 2018. pp. 33-36. (In Russian)
15. Kolosov P.N. Geopark in Arctic Yakutia // *Arctic vector: development strategy. Materials of the II-th scientific and practical conference*. Yakutsk: Academy of Sciences of the RS (Ya), 2019. pp. 188-189
16. Kislov E.V. Prospects for the creation of the geopark "Mountains of Northern Baikal" // *Geological monuments of nature: characteristics, condition, use. Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation*. Gorno-Altaysk, 2021. pp. 88-92. (In Russian with English abstract).
17. Sinitsa S.M., Vilmova E.S. On the issue of preserving the geological heritage // *Geology and mineralogy of Transbaikalia: A collection of reports and articles for the scientific and production conference dedicated to the sixtieth anniversary of the Federal State Unitary Geological Enterprise "Chitageols'emka"*, Chita, April 22-23, 2010. Chita: Publishing House of ZabSHPU, 2010. pp. 275-280. (In Russian)
18. Filenko R.A., Pankova O.D. Unique Geo-Tourist Sites near the City of Chita and their Scientific and Educational Value // *Problems of development of the tourism industry. VI All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation*. Chita: Trans-Baikal State University, 2020. pp. 335-342. (In Russian with English abstract).

- 19.Redkin A.G., Otto O.V. Geopark as a new direction of tourism development in the mountainous of Altai krai // Science and tourism: strategies for interaction. 2015. No 4. pp. 9-15. (In Russian with English abstract).
- 20.Platonova S.G. Geological prerequisites for the creation of a geopark in the Altai territory // Regional economy: technologies, economy, ecology and infrastructure: Proceedings of the III International scientific and practical conference on the 25th anniversary of TuvIENR SB RAS and the 45th anniversary of academic science in Tuva (23–25.10.2019, Kyzyl, Russia) / Editor-in-chief G.F. Balakina; responsible editor V.O. Oorzhak. Kyzyl: TuvIENR SB RAS, 2019. Pp. 440-444. (In Russian with English abstract).
- 21.Savkina M.S. Assessment of geological prospects for the creation of geoparks in the territories of abandoned mines of the Kemerovo region // Interdisciplinary approaches in biology, medicine and Earth sciences: theoretical and applied aspects. Materials of the symposium of the XVIII (L) International Scientific Conference of students, postgraduates and Young Scientists dedicated to the 50th anniversary of KemSU. Issue 24. Scientific editor F.Y. Kaiser. Kemerovo, 2023. pp. 159-162. (In Russian).
- 22.Chudnov A. L. Concept of geopark “Gora Vysokaya” (“Mountain High”) // City, society, environment: history and vectors of development. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Nizhny Tagil, September 14-15, 2017 The responsible editor is O.V. Ryzhkova. Nizhny Tagil: NTGSPA (f) RGPPU, 2017. pp. 238-242. (In Russian with English abstract).
- 23.Kopylov I.S., Dal L.I., Trofimov R.N. Geological preconditions of creating geopark in the Middle Ural // Geology and mineral resource of the Western Urals. 2019. No. 2. pp. 50-56. (In Russian with English abstract).
- 24.Zaytsev A.A. About possibility of the organization of geopark in the river Usva valley // Izvestiya of Samara scientific center of the Russian academy of sciences. 2014. Vol. 16, No 1-6. pp. 1752-1755. (In Russian).
- 25.Naumkin D.V., Kozlova N.N., Stepina M.M. Kungurskaya ice cave and its surroundings as a basis for the organization of a geopark in the Perm Region // All-Russian scientific readings in memory of Ilmen mineralogist V.O. Polyakov. 2016. No. 17. pp. 66-71. (In Russian with English abstract).
- 26.Bezmaternykh E.O., Kadebskaya O.I. Organization of geotouristic area by creating the geopark Sylvensky // Geography and Tourism. 2021. No. 1. pp. 50-56. (In Russian with English abstract).
- 27.Matsuka A.G. Kuvandyk Geopark of the Orenburg region // Tourism as a factor of regional development. Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. Responsible for the release of E.V. Kurilova, E.A. Ivlieva. Yekaterinburg: USUE, 2018. pp. 76-79. (In Russian).

28. Lyahnitsky Y.S. Sablino natural monument as the first geopark in Russia // *Speleology and speleology: development and interaction of sciences*. 2010. No. 1. pp. 308-311. (In Russian with English abstract).
29. Svetov S.A., Kolesnikov N.G., Kolesnikova N.V. Preconditions for geoparks establishment in the Republic of Karelia // *Modern problems of service and tourism*. 2016. Vol. 10, No. 1. pp. 111-119. DOI: 10.12737/17791 (In Russian with English abstract).
30. Huber M., Mokrushin A.V., Zhigunova G., Lata L., Skupiński S., Yakovleva O. Touristic and educational potential of the Afrikanda alkaline-ultrabasic massif as a geopark // *Proceedings of the Fersman scientific session of the GI KSC RAS*. 2019. № 16. C. 607–610. <https://doi.org/10.31241/FNS.2019.16.124>
31. Poroshina I.V. Ilmensky glint as a potential Devonian period geopark // *Days of science and innovation of NovSU. Materials of the XXVII scientific conference of teachers, postgraduates and students of NovSU*. Veliky Novgorod, 2020. pp. 70-75. DOI: 10.34680/978-5-89896-668-3/2020 .DN-3.10 (In Russian with English abstract)
32. Bubnova E.S., Shlubskaya K.G. Scientific basis for the Donskoye village creation in Kaliningrad region // *XXIX Coastal Conference: Field and theoretical studies - into the practice of coastal management*. 2022. pp. 359-361. (In Russian with English abstract)
33. Kalmykova M.K. Nizhnevolzhsky global Geopark: Volsky cluster // *Tourist and recreational potential and features of tourism development. Materials of the international scientific and practical conference of students and postgraduates. Issue 5*. Kaliningrad: Immanuel Kant Baltic Federal University, 2011. pp. 64-68. (In Russian)
34. Shurkhovetsky A.V. Information and geographical support for the design of geoparks (on the example of the Alexandrovo-Balyklei Geopark of the Volgograd region). Abstract of the dissertation of the Candidate of Geographical Sciences / A.I. Herzen Russian State Pedagogical University. St. Petersburg, 2013. 23 p. (In Russian)
35. Kolomiets A.M., Kochurov E.Yu. To justify the creation of a UNESCO Geopark in Russia (on the example of the Ichalkovsky cave complex in the Nizhny Novgorod region) // *Exploration and protection of the subsoil*. 2020. No. 11. pp. 64-66. (In Russian with English abstract)
36. Ruban D.A. Outstanding centers of geodiversity — a basis for foundation of national geoparks // *Russian geology*. 2010. № 4. C. 77-80. (In Russian with English abstract)
37. Tavasiev R.A., Tebieva D.I. Natural monuments on the territory of the planned geopark «Kazbek-Jimarai» // *Bulletin of the Vladikavkaz Scientific Center*. 2021. Vol. 21, No 1. pp. 71-77. DOI 10.46698/u4667-7585-7668-m (In Russian with English abstract)

38. Karaev Yu.I., Vas'kov I.M., Gunya A.N., Khosaev H.S. UNESCO Global Geopark in issues of sustainable development of mountainous territories (North Caucasus, Chechen Republic) // Bulletin of the Research Institute of the Russian Academy of Sciences. 2021. No. 3 (7). pp. 66-76. DOI:10.34824/VKNIIRAN.2021.7.3.008 (In Russian)
39. Daukaev A.A., Karaev Yu.I., Daukaev A.A., Kusova Zh.G., Gatsaeva L.S. Unique natural and historical and cultural objects of the Galanchozhsky district of the Chechen Republic in connection with the problem of creating geoparks // Geography at school. 2022. No. 3. pp. 15-22. DOI:10.47639/0016-7207_2022_3_15 (In Russian)
40. Kostovska S.K., Adaeva D.O., Chepalyga A.L. On the possibility of applying a new category of natural protected areas – a terrace type geopark // Problems of regional ecology. 2020. No. 6. pp. 86-92. DOI: 10.24412/1728-323X-2020-6-86-92 (In Russian)
41. Adaeva D.O., Kostovska S.K. Methodological approaches to the assessment of the environmental carrying capacity of the coastal geopark territory in the South-Eastern Crimea // Geopolitics and ecogeodynamics of regions. 2022. Vol. 8, No 4. C. 83-93. (In Russian with English abstract)
42. Kislov E.V. Natural monuments (on the example of Western Transbaikalia). Methodical manual. Ulan-Ude: Publishing House of the BSC SB RAS, 1999. 180 p. (In Russian)
43. Kislov E.V. Guided tours. Mineralogy of Northeast Asia: The Second All-Russian scientific and practical conf. Ulan-Ude, 2011. 12 p. (In Russian)
44. Nenasheva S.N., Pautov L.A. Yugaveralite from the A.E. Fersman outcrop of the Oshurkovskoye apatite deposit, Buryatia, Russia // New data on minerals. 2014. Vol. 49. pp. 42-50. (In Russian)
45. Ripp G.S., Izbrodin I.A., Doroshkevich A.G., Lastochkin E.I., Rampilov M.O., Sergeev S.A., Travin A.V., Posokhov V.F. Chronology of the formation of the gabbro-syenite-granite series of the Oshurkovo pluton, western Transbaikalia // Petrology. 2013. Vol. 21, No 4. pp. 375-392. DOI 10.1134/S0869591113030053
46. Ripp G.S., Doroshkevich A.G., Lastochkin E.I., Izbrodin I.A. Isotope and geochemical characteristics of rocks from the Oshurkovo apatite-bearing massif, Western Transbaikalia // Geochemistry International. 2014. Vol. 52, No 4. pp. 271–286. DOI 10.1134/S0016702914020074
47. Rampilov M.O., Ripp G.S., Lastochkin E.I., Izbrodin I.A. Mafic inclusions and mingling structures in aplites of the Oshurkov massif (Western Transbaikalia) // Geodynamics & Tectonophysics. 2017. Vol. 8, No 2. pp. 269–281. doi:10.5800/GT-2017-8-2-0241. (In Russian with English abstract)
48. Shabashev, V.Ya. Iron-titanium mineralization of the Oshurkovskoye massif (Transbaikalia) // Geosfernye issledovaniya – Geosphere Research. 2022. No 1. pp. 48–67. doi: 10.17223/25421379/22/3 (In Russian with English abstract)

49. Lbova L.V., Khamzina E.A. Antiquities of Buryatia. A map of archaeological sites. Ulan-Ude: Publishing House of the BSC SB RAS, 1999. 241 p. (In Russian)
50. Bazarov B.A., Miyagashev D.A., Imenokhiev N.V. Actualization of the direction of "Rescue archaeology" in the activities of the IMBT SB RAS // Republic of Buryatia – 95 years: collection of scientific articles / scientific ed. B.V. Bazarov. Ulan-Ude: Publishing House of the BSC SB RAS, 2018. pp. 251-254. DOI 10.30792/978-5-7925-0521-6-2018-251-254 (In Russian with English abstract)
51. Schepina N.A., Khenzykhenova F.I., Namzalova O.D.-Ts. Amphibian and reptilian fauna of the Baikal region of Late Pleistocene and Holocene (new data) // Bulletin of St. Petersburg University. Ser. 3. 2016. No. 4. pp. 48-61. DOI: 10.21638/11701/spbu03.2016.404 48-61 (In Russian with English abstract)
52. Yelaev E.N., Babikov V.A., Chernykh V.N., Zhalsaraeva D.S. Natural monuments of the Ivolginsky district (Republic of Buryatia, Russia): Results of environmental certification // Bulletin of the Buryat State University. Biology, geography. 2020. No. 1. pp. 18-55. (In Russian with English abstract)
53. Sanzhieva A.V., Budaeva S.B. The balneological resources of the Ivolginsky Valley of the Republic of Buryatia as a tourist resource // Problems, experience and prospects for the development of tourism, service and socio-cultural activities in Russia and abroad: materials of the III International scientific and practical. Internet conference, Chita, Dec 21-23. 2016 / Zabaikalsky State University; ed. by O.A. Lyakh. Chita, 2016. pp. 291-299. (In Russian with English abstract)
54. Doroshkevich A.G., Ripp G.S. Isotopic Systematics of the Rocks of the Khalyuta Carbonatite Complex of Western Transbaikalia // Geochemistry International. 2009. Vol. 47, No 12. pp. 1198-1211. DOI 10.1134/S0016702909120040
55. Ripp G.S., Doroshkevich A.G., Posokhov V.F. Age of carbonatite magmatism in Transbaikalia // Petrology. 2009. Vol. 17, No 1. pp. 73-89. DOI 10.1134/S0869591109010044
56. Platov V.S., Tereshchenkov V.G., Savchenko A.A., Busuek S.M., Anosova G.B., Polyansky S.A. State geological map of the Russian Federation scale 1:200 000. Sheet M-48-VI. The Selenga series. Explanatory note. Moscow: MF VSEGEI, 2013. 156 p. (In Russian).
57. Kradin N.N., Prokopets S.D., Simukhin A.I. New results of dwelling researches data of the Ivolginsky fortress // Multidisciplinary research in archaeology. 2022. No 2. pp. 77-87. DOI 10.24412/2658-3550-2022-2-77-87.
58. Erbaeva M.A., Alekseeva N.V., Shchetnikov A.A., Ivanova V.V., Filinov I.A., Khenzykhenova F.I., Andreeva D.B., Namzalova O. D.-Ts. The Tologoi reference section as a unique archive of the dynamics of the natural environment of the Late Cenozoic of the Baikal region // Geodynamics and Mineralogy of North and Central Asia: proceedings of the V All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 45th anniversary of the Geological Institute SB RAS / ed. E.V. Kislov. Ulan-Ude: Buryat State University Publishing House, 2018. pp. 167-169.

59. Damdinov B.B., Khubanov V.B., Goryachev N.A., Damdinova L.B., Izvekova A.D. Composition and age of atypical zircon-titanomagnetite ores of the Tret'yakovskoe gold-fluorite deposit, Western Transbaikalia // Doklady Earth Sciences. 2023. DOI: 10.1134/S1028334X23602614.

Сведения об авторах

Кислов Евгений Владимирович – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, доцент, ведущий научный сотрудник; Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт им. Н.Л. Добрецова Сибирского отделения Российской академии наук. 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а. E-mail: evg-kislov@ya.ru. ORCID ID: 0000-0003-2266-0942. Researcher ID: ACR-3548-2022.

Кислов Андрей Евгеньевич – администратор, Государственное автономное учреждение дополнительного образования Республики Бурятия «Ресурсный центр дополнительного образования детей «Созвездие». 670000, г. Улан-Удэ, ул. Шмидта, д. 2. E-mail: andre-kislov@mail.ru.

Базарова Лариса Дашидондовна – кандидат географических наук, ведущий инженер, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт им. Н.Л. Добрецова Сибирского отделения Российской академии наук, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а. E-mail: larabaza@mail.ru.

Author's personal details:

Kislov Evgeny Vladimirovich; Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher, Associate Professor, Leading Researcher; Federal State Budgetary Institution of Science N.L. Dobretsov Geological Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 670047, Ulan-Ude, Sakhyanova str., 6a, evg-kislov@ya.ru; ORCID ID 0000-0003-2266-0942, Researcher ID ACR-3548-2022.

Kislov Andrey Evgenievich – administrator, State Autonomous Institution of Additional Education of the Republic of Buryatia "Resource Center for Additional Education of children "Constellation". 670000, Ulan-Ude, Schmidt str., 21, andre-kislov@mail.ru.

Bazarova Larisa Dashidondokovna – candidate of Geographical Sciences, Leading Engineer; Federal State Budgetary Institution of Science N.L. Dobretsov Geological Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. 6a Sakhyanova str., Ulan-Ude, 670047, larabaza@mail.ru.

© Кислов Е.В., Кислов А.Е., Базарова Л.Д.

DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-52-68

УДК 550.8.05

ОЦЕНКА ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СКВАЖИН И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАВОДНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГЕОЛОГОПРОМЫСЛОВЫХ ДАННЫХ

© Котенёв Юрий Алексеевич, © Халиков Альмир Наилевич,
© Шабрин Никита Владиславович, © Чибисов Александр Вячеславович
Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация

Научный центр мирового уровня «Рациональное освоение запасов жидких
углеводородов планеты», г. Уфа, Российская Федерация

Аннотация. В данной работе рассматривается эффективность реализованной системы заводнения для пластов девонского возраста, представленного рифовыми карбонатными коллекторами. Проведена адаптация экспресс-методики оценки гидродинамической связи между нагнетательными и добывающими скважинами, а также интерференции между добывающими скважинами. Выполнен анализ промысловых данных, с учетом различных фациальных зон пластов, особенностей геологического строения, характера распределения ФЕС по продуктивному разрезу. Проанализирована адекватность полученных результатов оценки взаимосвязей статистическими методами и дана интерпретация полученных данных. Изучение гидродинамической связи актуально на этапе принятия решений по регулированию системы поддержания пластового давления на участках, не охваченных заводнением. Исследования в перспективе косвенным путем могут позволить установить по участкам залежи направления преимущественной фильтрации. Полученные результаты могут быть использованы для решения задачи создания алгоритмов геолого-промыслового обоснования применения ГТМ в том числе: для оптимизации системы ППД; для выработки остаточных недренируемых запасов с учетом высокой изменчивости геолого-промысловых условий.

Ключевые слова: система, пластовое давление, заводнение, ранговая корреляция, гидродинамическая связь, скважина, карбонатный коллектор, песчанность, пористость, проницаемость.

ASSESSMENT OF THE DEGREE OF HYDRODYNAMIC CONNECTION OF WELLS BASED ON THE ANALYSIS OF FIELD DATA AND GEOLOGICAL STRUCTURE

© Kotenev Yuriy Alekseevich, © Khalikov Almir Nailevich,
© Shabrin Nikita Vladislavovich, © Chibisov Alexander Vyacheslavovich
FSBEI HE «Ufa State Petroleum Technological University», Ufa, Russian Federation

Для цитирования: *Котенёв Ю.А., Халиков А.Н., Шабрин Н.В., Чибисов А.В.*
Оценка гидродинамического взаимодействия скважин и эффективности заводнения на основе геологопромысловых данных // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2023. №4. С.52-68.
DOI: 10.24412/2949-4052-2023-4-52-68.

*Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов / Geology.
Proceedings of the Department of Earth Sciences and Natural Resources, 2023, № 4 (33)*

Summary. This paper examines the effectiveness of the implemented flooding system for the Devonian age strata, represented by reef carbonate reservoirs. An express method for assessing the hydrodynamic connection between injection and production wells, as well as interference between production wells, was adapted. An analysis of field data was carried out, taking into account various facies zones of the formations, features of the geological structure, and the nature of the distribution of reservoir properties along the productive section. The adequacy of the obtained results of assessing relationships using statistical methods is analyzed and the interpretation of the data obtained is given. The study of hydrodynamic communication is relevant at the stage of decision-making on regulating the system for maintaining reservoir pressure in areas not covered by waterflooding. In the future, indirect research may make it possible to determine the direction of preferential filtration in areas of deposits. The results obtained can be used to solve the problem of creating algorithms for geological and field substantiation of the use of geological and technical measures, including: to optimize the reservoir pressure maintenance system; for the development of residual undrained reserves, taking into account the high variability of geological and field conditions.

Key words: system, reservoir pressure, waterflooding, rank correlation, hydrodynamic connection, well, carbonate reservoir, sandiness, porosity, permeability.

Введение. Целью исследования является выработка рекомендаций по оптимизации и совершенствованию реализованной системы ППД и повышение выработки запасов нефти на ранних стадиях разработки месторождения.

К задачам исследования можно отнести следующее:

- 1) выявления участков с низкой эффективностью системы заводнения;
- 2) оценка гидродинамической взаимосвязи между добывающими и нагнетательными скважинами по временным рядам на основе объемов закачки воды и добычи жидкости;
- 3) оценка гидродинамической связи между добывающими скважинами на основе сопоставления временных рядов отборов жидкости;
- 4) анализ и привязка полученных данных к геологическому строению пласта;
- 5) разработка комплекса мероприятий по оптимизации системы заводнения.

Методы исследования. Для выделения участков с низкой эффективностью системы заводнения на текущем этапе разработки объекта исследования проведен анализ карт накопленных отборов жидкости и закачки воды, удельной компенсации отборов жидкости закачкой воды, накопленного водонефтяного фактора, обводненности, текущих и начальных пластовых и забойных давлений [1].

Для оценки гидродинамической связи между скважинами используются методы математической статистики, дающие возможность принятия решений по ограниченному объему текущей геолого-промысловой информации, основу которых составляют дебиты жидкости, обводненность и объемы закачки воды.

Поставленная задача решена методом ранговой корреляции Спирмена. Качественная оценка тесноты связи между параметрами (временными рядами) выполнена по шкале Чеддока [2,14].

Результаты исследования. Формирование системы заводнения на месторождении начато с 2015 года. Средняя приёмистость скважин в первом году составляла 240 м³/сут, на текущую дату она составляет 494 м³/сут.

Таблица 1 – Средняя приёмистость и соотношение действующих добывающих и нагнетательных скважин

Год	Средняя приёмистость, м ³ /сут	Количество действующих добывающих скважин, шт.	Количество действующих нагнетательных скважин, шт.	Соотношение добывающих и нагнетательных скважин, шт.
2012	-	3	-	-
2013	-	8	-	-
2014	-	14	-	-
2015	240	17	1	17
2016	376	17	2	8,5
2017	628	18	1	18
2018	312	29	3	9,7
2019	449	35	7	5
2020	494	33	10	3,3

В целом по месторождению выделяется два продуктивных пласта «А», «В», средняя величина начального пластового давления составляет 40 МПа, при среднем давлении насыщения 21,9 МПа. На рисунке 1 приведена динамика изменения среднего пластового давления для горизонтов «А» и «В».

Из рисунка 1 видно, что с начала разработки месторождения наблюдается постоянное снижение пластового давления. В середине 2019 года происходит незначительное увеличение, связанное с вводом новых нагнетательных скважин и развитием системы ППД. Таким образом, на 01.01.2020 текущее пластовое давление ниже начального пластового на 12,4 МПа для пластов «А» и «В». Данное падение давления отрицательно сказывается на дебитах нефти и жидкости добывающих скважин (рисунок 2).



Рисунок 1 – Динамика изменения пластового давления по годам

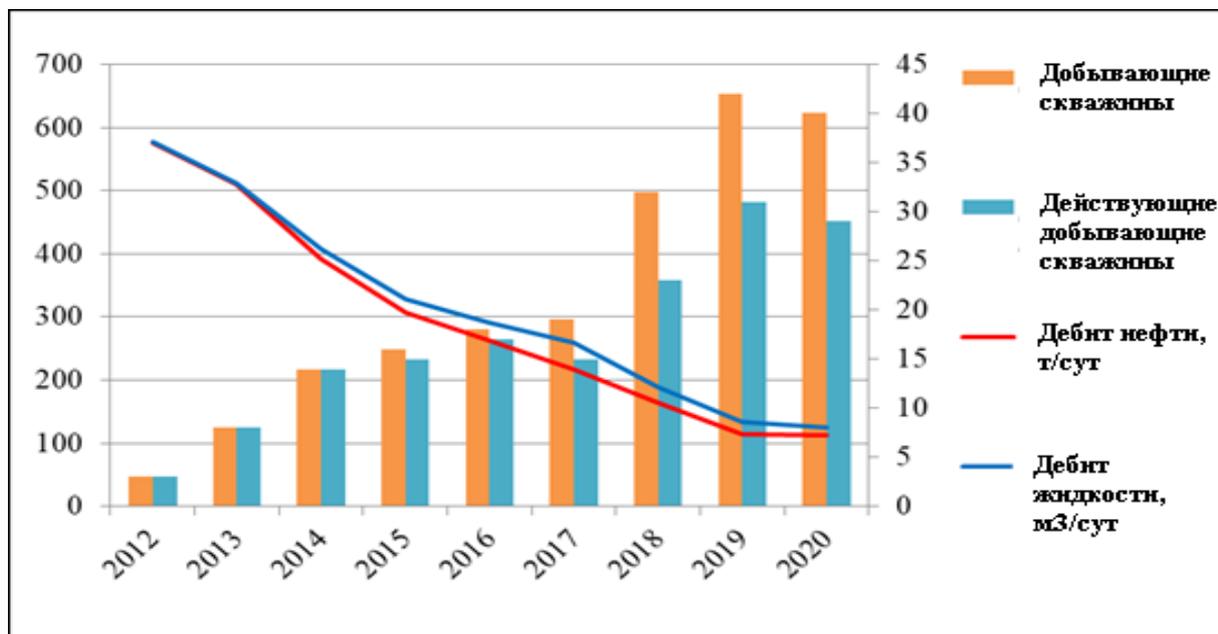


Рисунок 2 – Динамика дебитов нефти, жидкости и фонда добывающих скважин

На рисунке 3А наблюдается заметное снижение давления в центральной части месторождения, где влияние краевых вод минимально и ещё не полностью сформирована система ППД. Из рисунка 3Б можно отметить, что снижение давления наблюдается в северо-западной и центральной частях залежи. В северо-западной части залежи добыча, в центральной только закачка, тем не менее повсеместно наблюдаются зоны пониженного давления.

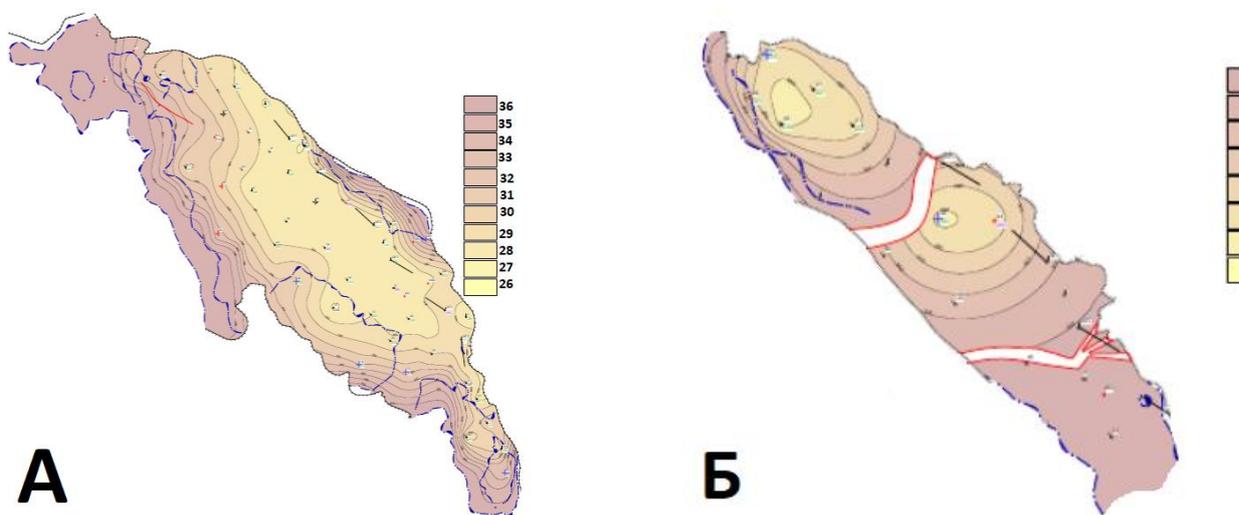


Рисунок 3 – Карты изобар: А – пласт «А»; Б – пласт «В»

Для оценки степени взаимодействия скважин в работе используется инструмент математической статистики - коэффициент ранговой корреляции Спирмена, который широко применяется в задачах нефтегазодобычи. Данный метод позволяет установить степень взаимовлияния для любого количества объектов за рассматриваемый промежуток времени. Здесь, в качестве исходного информационного массива, используются временные ряды дебитов жидкости, нефти, воды и водного воздействия по согласованности изменений которых определяется степень их взаимодействия [3].

Практический расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена включает следующие этапы:

- 1) Сопоставить каждому из признаков их порядковый номер (ранг) по возрастанию (или убыванию).
- 2) Определить разности рангов каждой пары сопоставляемых значений.
- 3) Возвести в квадрат каждую разность, и суммировать полученные результаты.
- 4) Вычислить коэффициент корреляции рангов по формуле:

$$r = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

где d^2 – сумма квадратов разностей рангов, а n – число парных наблюдений [4].

Следует отметить, что коэффициент линейной корреляции Спирмена может быть положительным и отрицательным, характеризуя направленность связи между двумя признаками, измеренными в ранговой шкале [4,5].

При этом отрицательный коэффициент корреляции позволяет принять гипотезу о наличии монотонной отрицательной связи, т.е. увеличение значения одной переменной ведет к уменьшению значения коррелирующей с ней

переменной. Положительный коэффициент корреляции свидетельствует о положительной связи между переменными: увеличение одной переменной соответствует увеличению другой или наоборот (снижение одной переменной приводит к снижению другой) [6].

Качественная оценка тесноты связи величин x_i , y_i выявлена на основе шкалы Чеддока, приведенной в таблице 1.

Таблица 1 – Шкала Чеддока для оценки корреляционных связей [3]

№	Теснота связи	Значение коэффициента Спирмена
0	Нет связи	0
1	Слабая	0,1-0,3
2	Умеренная	0,3-0,5
3	Заметная	0,5-0,7
4	Высокая	0,7-0,9
5	Весьма высокая	>0,9

В сопоставлении добычи-закачки использовался временной интервал в 24 месяца. Результаты оценки тесноты связи между нагнетательными и добывающими скважинами приведены в таблице 2. В данной таблице представлены результаты «умеренной» и выше тесноты связи по шкале Чеддока.

Таблица 2 – Результаты оценки тесноты связи между нагнетательными и добывающими скважинами.

№ нагнет. скв.	№ добыв. скв.	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена (объем закачки воды - дебит жидкости)	Оценка тесноты связи по шкале Чеддока
13	3	0,486	Умеренная
13	29	0,600	Заметная
13	59	0,455	Умеренная
44	7Р	0,733	Высокая
54	21	0,496	Умеренная
60	57	-0,624	Умеренная
1К	29	0,518	Умеренная
33Н	45	0,788	Высокая
33Н	27ГС	-0,770	Высокая
33Н	32Н	-0,685	Заметная
40	56	-0,423	Умеренная

В северной части залежи наблюдается умеренная связь между нагнетательной скважиной №54 и добывающей скважиной №21. В центральной части залежи отмечается высокая корреляционная связь между нагнетательной скважиной №33Н и добывающей скважиной №45, заметная связь нагнетательной скважины №13 с добывающей скважиной №29, умеренная связь со скважинами №№59 и 3. Высокая корреляционная связь отмечается между нагнетательной скважиной №44 и добывающей скважиной №7. Между

нагнетательной скважиной №1К отмечается умеренная связь с добывающей скважиной №29.

В южной части залежи отмечена слабая степень влияния нагнетательной скважины №60 на работу окружающих добывающих скважин. Нагнетательные скважины, находящиеся в эксплуатации менее 3 месяцев в анализе не участвовали.

Следует отметить, что по анализируемым участкам заводнения получены результаты с отрицательными коэффициентами корреляции, указывающими на наличие умеренной и высокой гидродинамической связи между скважинами [7,8].

По результатам расчетов можно отметить, что в большинстве случаев существенной статистически значимой связи между объемами закачки воды и отборами жидкости по окружающим скважинам не выявлено. По отдельным направлениям отмечено наличие умеренной, заметной и высокой связи по следующим участкам расположения нагнетательных скважин (рисунок 4) [5].

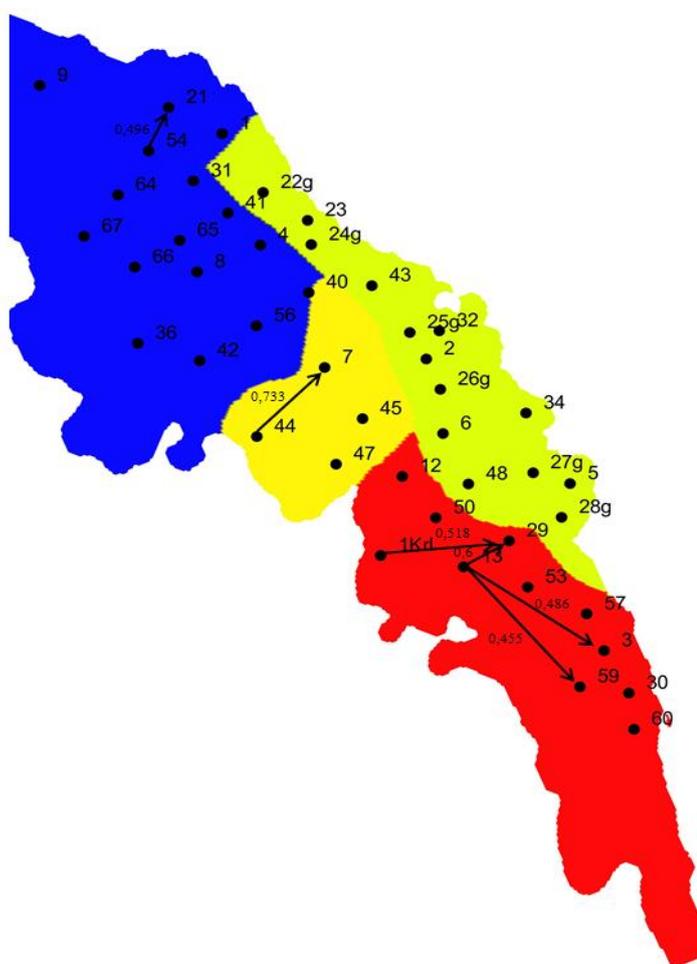


Рисунок 4 – Карта-схема расположения разных уровней ВНК с корреляционной связью по нагнетательным скважинам

Таблица 3 - Результаты оценки тесноты связи между добывающими скважинами

№ добыв. скв.	№ добыв. скв.	Коэффициент ранговой корреляции Спирмена (дебит жидкости-дебит жидкости)	Оценка тесноты связи по шкале Чеддока
48	5	-0,762	Высокая
41	22гс	-0,531	Умеренная
31	22гс	-0,462	Умеренная
48	27гс	-0,452	Умеренная
59	30	0,445	Умеренная
23	24гс	0,448	Умеренная
25гс	2	0,462	Умеренная
50	53	0,471	Умеренная
8	56	0,517	Умеренная
29	50	0,543	Умеренная
4	56	0,552	Умеренная
45	7р	0,580	Умеренная
26гс	2	0,587	Умеренная
7р	2	0,608	Умеренная
4	24гс	0,657	Умеренная
31	41	0,692	Заметная
48	50	0,714	Заметная
48	29	0,714	Заметная
29	53	0,757	Заметная
22гс	4	0,762	Заметная
27гс	5	0,769	Заметная
7р	26гс	0,832	Высокая
7р	25гс	0,881	Высокая
8	4	0,965	Высокая

Результаты степени взаимовлияния работы добывающих скважин (интерференции) показали наличие тесной связи между отборами жидкости по скважинам №№31-41, 48-50, 48-29, 29-53, 22ГС-4, 27ГС-5, 7Р – 26 ГС, 7Р-25, 8-4. Тесноту связи с положительным значением коэффициента Спирмена в данном случае следует рассматривать как результат ухудшения энергетического состояния пласта, приводящий к общему снижению дебитов (рисунок 5).

По приведенным в таблице результатам видно наличие монотонной отрицательной связи (высокой и умеренной) по скважинам 48-5, 41-22ГС, 31-22ГС, 48-27ГС. Полученные результаты следует интерпретировать как наличие интерференции между скважинами, когда интенсивные отборы жидкости по одной скважине оказывают влияние на снижение добычи жидкости по другой.

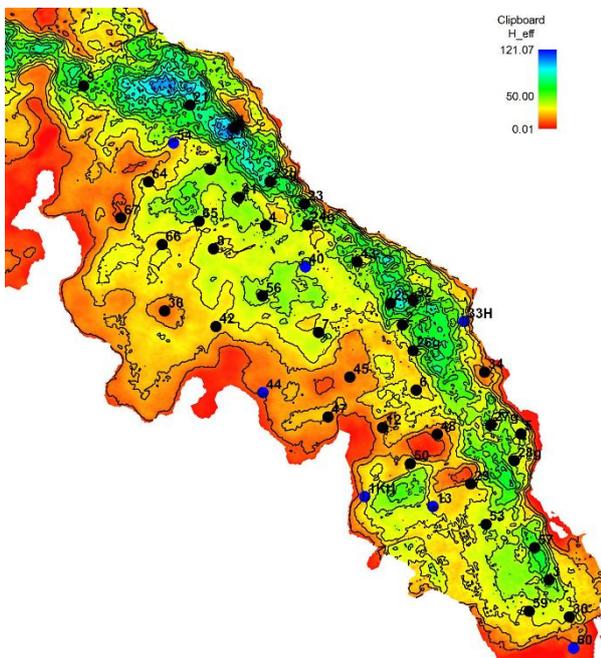


Рисунок 5 – Карта эффективных толщин, м.

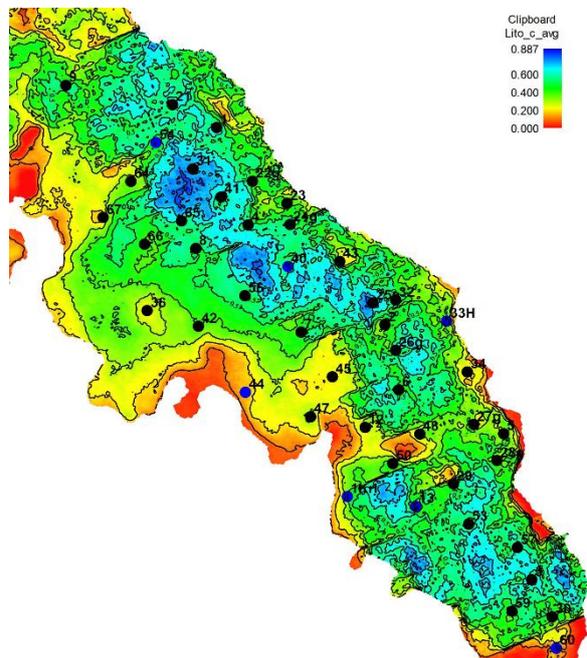


Рисунок 6 – Карта песчаности, д.ед.

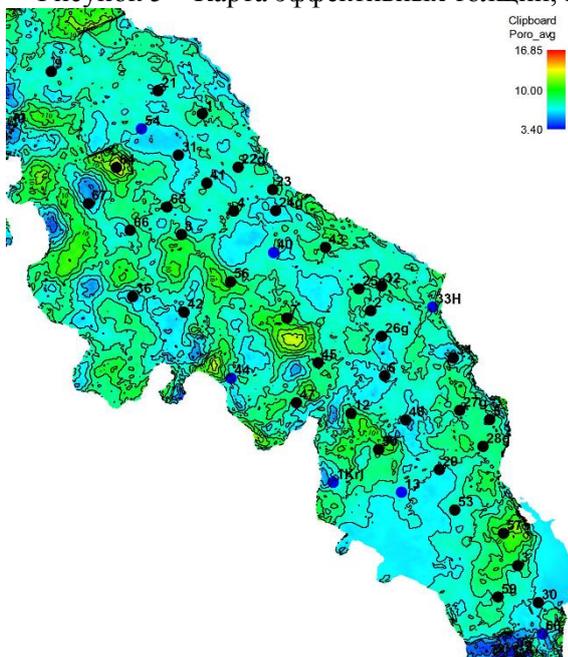


Рисунок 7 – Карта пористости, %.

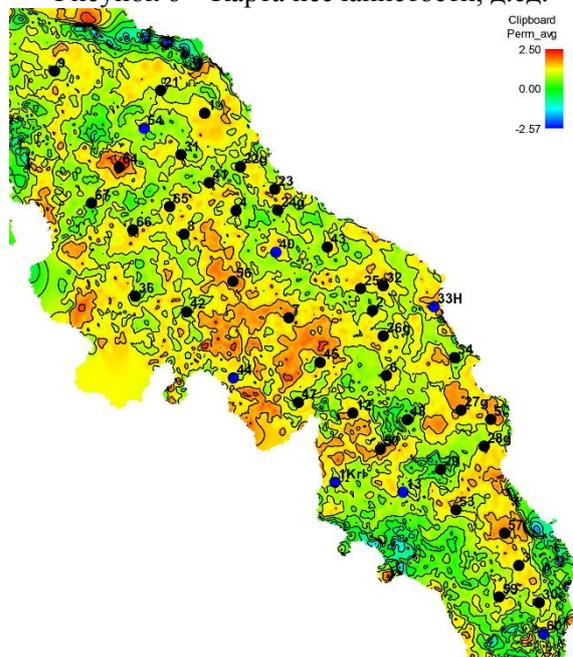


Рисунок 8 – Карта проницаемости в логарифмической шкале (log 10), мкм².

Анализируя геологическое строение в районе скважин, в которых определены «умеренная» и выше корреляционные связи, можно увидеть, что они находятся в зонах с относительно хорошими фильтрационно-емкостными свойствами, в сравнении со скважинами, между которыми не имеющими явной гидродинамической связи (по данным корреляционного анализа) [9,10].

Например, между парами скважин №№44, 7 эффективная мощность изменяется от 5 до 30 метров, песчаность изменяется в диапазоне от 0.2 до 0.6 д.ед., пористость – от 8 до 10%, проницаемость – 5 до 25 мкм².

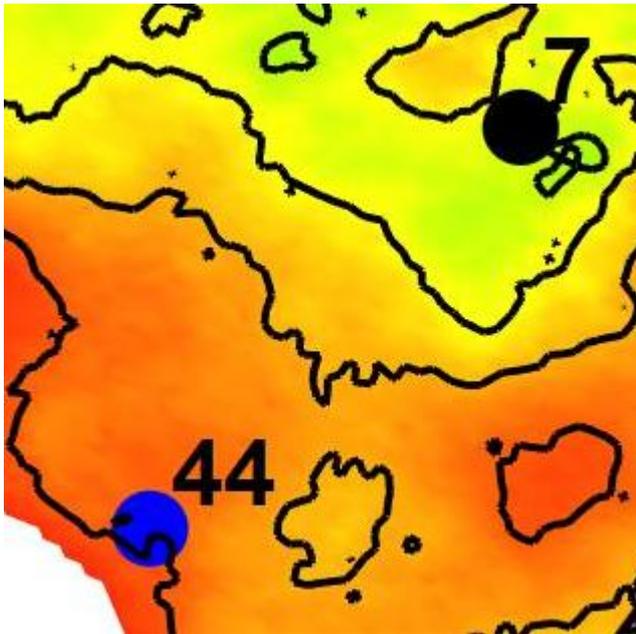


Рисунок 9 – Выкопировка с карты эффективных толщин, м.

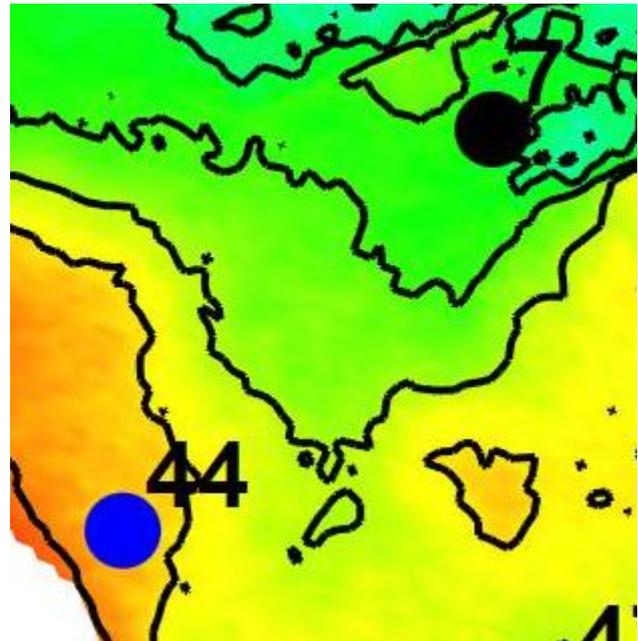


Рисунок 10 – Выкопировка с карты песчаности, д.ед.

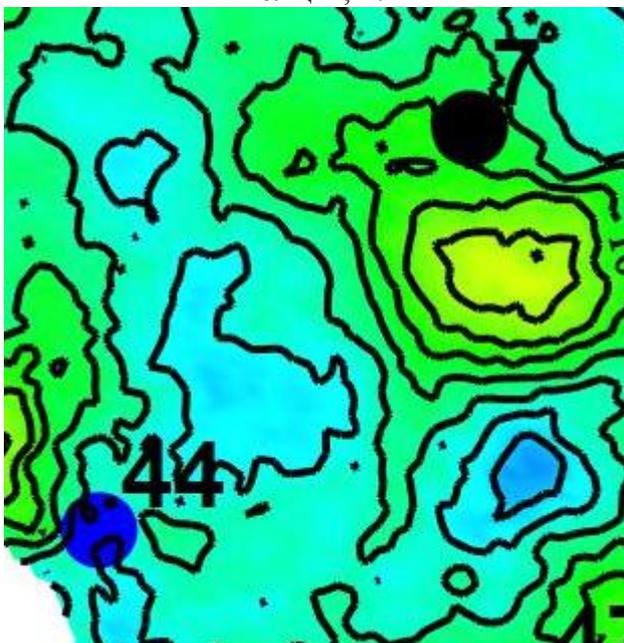


Рисунок 11 – Выкопировка с карты пористости, %.

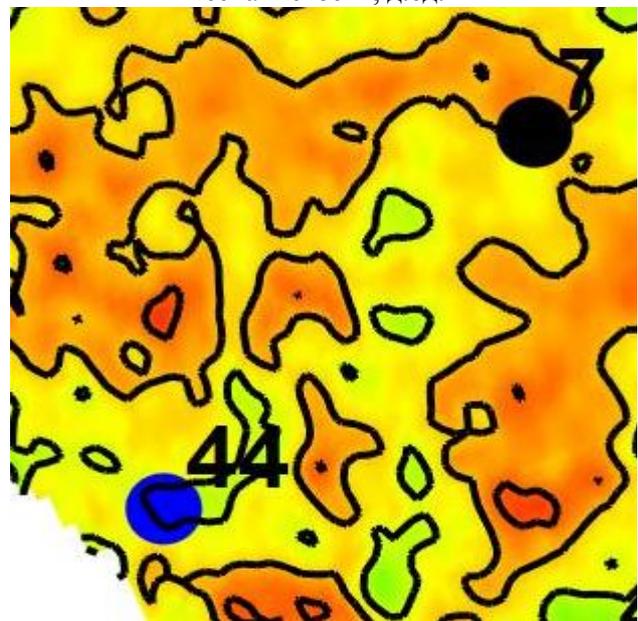


Рисунок 12 – Выкопировка с карты проницаемости в логарифмической шкале (\log_{10}), мкм².

Таким образом, на основе полученных расчетов установлены основные направления влияния закачки на отборы добывающих скважин, которые подтверждаются геологическим строением пласта. Определены зоны расположения взаимовлияющих добывающих скважин [12,15].

Полученные результаты были учтены при разработке рекомендаций по оптимизации системы разработки залежей нефти девонской системы в следующих направлениях:

- регулирование отборов нефти и закачки воды в зонах пониженных пластовых давлений;

- перевода добывающих скважин, продуцирующих с предельно низкими дебитами под нагнетание воды в зонах единой гидродинамической связи между скважинами;

- обоснование выбора нагнетательных скважин под применение потокорегулирующих технологий, с целью повышения охвата пласта заводнением, что в свою очередь сопровождается снижением обводненности продукции добывающих скважин [11, 13].

Выводы: В данной работе было проанализировано энергетическое состояние залежей нефти в карбонатных коллекторах исследуемого месторождения. На основе динамического анализа данных по методу оценки ранговой корреляции Спирмена были определены зоны высокой и низкой гидродинамической связи.

Проведенный анализ сопоставления результатов статистических исследований методом Спирмена и оценки фильтрационно-емкостных характеристик пласта с учетом генезиса образования карбонатных коллекторов позволил выявить причины низкой эффективности системы поддержания пластового давления на отдельных участках залежей. Выявлены участки с нагнетательными скважинами, которые имеют слабую или высокую гидродинамическую связь с окружающими добывающими скважинами первого и второго ряда. Установлено, что низкая эффективность нагнетания по очагам заводнения обусловлена двумя причинами: отсутствием гидродинамической связи между скважинами, что объясняется зональной неоднородностью коллекторов, связанной с разными генетическими типами карбонатов (рифовые отложения и хемогенные известняки); высокая анизотропия ФЕС.

На основе полученных результатов исследования с применением геолого-гидродинамического моделирования, статистического анализа промысловых данных и результатов промысловых гидродинамических исследований разработаны рекомендации по совершенствованию системы ППД, направленные на повышения охвата пластов заводнением как по площади, так и по разрезу.

Финансирование: работа поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации по соглашению № 075-15-2022-297 в рамках программы развития НЦМУ.

Funding: the work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation under agreement No. 075-15-2022-297 within the framework of the development program of the National Center for Medical Sciences.

ЛИТЕРАТУРА

1. Деев В.Г., Смородов Е.А., Исмаков Р.А. Методы экспресс-оценки качества фонда нефтедобывающих скважин // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2001. № 1. С. 40-45.
2. Мирзаджанзаде А.Х., Хасанов М.М., Бахтизин Р.Н. Этюды о моделировании сложных систем нефтедобычи. Нелинейность, неравновесность, неоднородность. Уфа: Гилем, 1999. 464 с.
3. Нугайбеков Р.А., Шафигуллин Р.И., Каптелинин О.В., Котенев Ю.А., Чибисов А.В. Оценка эффективности системы заводнения на залежах нефти в карбонатных коллекторах Ново-Елховского месторождения // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2011. Вып. 3 (85). С. 5-12.
4. Хайрединов Н.Ш., Чижов А.П., Чибисов А.В., Волкова Н.В., Нугайбеков Р.А. Оценка степени взаимодействия добывающих и нагнетательных скважин на залежах нефти турнейского яруса Ново-Елховского месторождения // Сб. науч. тр. ЦХИМН АН РБ. 2008. Вып. 5. С. 103-109.
5. Чудинова Д.Ю., Султанов Ш.Х. Оптимизация системы заводнения месторождения Когалымского региона с учетом строения // Разведочная и промысловая геофизика: теория и практика: сб. докл. Девятой молодеж. науч.-практ. конф. Уфа: Информреклама, 2014. Вып. 8. С. 86-88.
6. Чудинова Д.Ю., Чибисов А.В. Решение задачи оптимизации системы заводнения на объектах разработки в поздней стадии методами статистического анализа геолого-промысловых данных // Современные тенденции развития науки и технологий: матер. XI Междунар. науч.-практ. конф., г. Белгород. 2016 № 2-3. С. 127-129.
7. Чудинова Д.Ю., Сиднев А.В. Геолого-технические мероприятия по контролю и регулированию разработки месторождений Когалымской группы на завершающей стадии // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2016. № 1. С. 119-137.
8. Оценка влияния свойств пород на эффективность гидравлического разрыва пласта в отложениях доманикового возраста / А.А. Нуриев, Ш.Х. Султанов, Н.В. Шабрин [и др.] // Нефть. Газ. Новации. 2022. № 5(258). С. 65-69. EDN GWNASU.
9. Махныткин, Е. М. Оценка методов гидродинамической связи скважин с учетом фациальных особенностей строения месторождения / Е. М. Махныткин, Д. Ю. Чудинова, Н. В. Шабрин // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: Сборник трудов международной научно-технической конференции, Октябрьский, 25 марта 2022 года. Октябрьский: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2022. С. 153-156. EDN NFULUS.
10. Совершенствование построения трехмерных геологических моделей нефтяных месторождений сложного строения / А.А. Махмутов, Н.В. Шабрин,

- А.М. Маляренко [и др.] // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2023. № 30. С. 62-80. DOI 10.24412/2949-4052-2023-1-62-80. EDN SSVVHW.
11. Комплексный подход обоснования выбора скважин под технологии воздействия на остаточные запасы / А. П. Чижев, А. В. Чибисов, О. В. Терехов, В. И. Стрелков // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2009. № 9. С. 34-36. EDN KXQQGN.
 12. Геолого-промысловое обоснование методов воздействия на пласт на примере эксплуатационных объектов месторождений Западно-Сибирской нефтегазонасыщенной провинции / В.В. Мухаметшин, В.Е. Андреев, Р.Р. Хузин [и др.] // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2018. № 10. С. 40-45. DOI 10.30713/2413-5011-2018-8-40-45. EDN VJULWP.
 13. Халиков А. Н. Обоснование выбора участков для применения геолого-технических мероприятий на основе геолого-гидродинамического моделирования / А.Н. Халиков, Д.Ю. Чудинова, М.М. Хидиятов // Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли: Материалы Международной научно-практической конференции, Альметьевск, 14–17 ноября 2018 года. Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2018. С. 150-153. EDN ZBCEDR.
 14. Оптимизация системы заводнения в терригенных и карбонатных коллекторах / В. Е. Андреев, Д. Ю. Чудинова, А. П. Чижев, А. В. Чибисов // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2016. № 4(106). С. 42-53. EDN XEJOBX.
 15. Перспективы освоения трудноизвлекаемых запасов нефти карбонатных пластов с применением нестационарного заводнения / А.В. Чибисов, А.П. Чижев, Н.Н. Архипова, Е.В. Кагарманова // Сборник материалов Международной научно-практической конференции "Инновационные технологии в нефтегазовом комплексе", Уфа, 23–29 ноября 2014 года. Уфа: Башкирский государственный университет, 2014. С. 166-171. EDN TRAGMF.

REFERENCES

1. Deev V.G., Smorodov E.A., Ismakov R.A. Methods for express assessment of the quality of oil production wells // News of higher educational institutions. Oil and gas. 2001. No. 1. Pp. 40-45.
2. Mirzajanzade A.Kh., Khasanov M.M., Bakhtizin R.N. Studies on modeling complex oil production systems. Nonlinearity, nonequilibrium, heterogeneity. Ufa: Gilem, 1999. 464 p.
3. Nugaibekov R.A., Shafigullin R.I., Kaptelinin O.V., Kotenev Yu.A., Chibisov A.V. Assessing the effectiveness of the waterflooding system on oil deposits in carbonate reservoirs of the Novo-Elkhovskoye field // Problems of collection, preparation and transport of oil and petroleum products. 2011. Issue 3 (85). Pp. 5-12.

4. Khairedinov N.Sh., Chizhov A.P., Chibisov A.V., Volkova N.V., Nugaibekov R.A. Assessment of the degree of interaction between production and injection wells in oil deposits of the Tournaisian stage of the Novo-Elkhovskoye field // Collection of articles. scientific tr. TsKHIMN AN RB. 2008. Vol. 5. Pp. 103-109.
5. Chudinova D.Yu., Sultanov Sh.Kh. Optimization of the waterflooding system of the Kogalym region field taking into account the structure // Exploration and field geophysics: theory and practice: collection. report Ninth Youth. scientific-practical conf. Ufa: Informreklama, 2014 Vol. 8 P. 86-88.
6. Chudinova D.Yu., Chibisov A.V. Solving the problem of optimizing the flooding system at development sites at a late stage using statistical analysis of geological and field data // Modern trends in the development of science and technology: material. XI International scientific-practical Conf., Belgorod. 2016 No. 2-3. Pp. 127-129.
7. Chudinova D.Yu., Sidnev A.V. Geological and technical measures to control and regulate the development of fields of the Kogalym group at the final stage // Electronic scientific journal "Oil and Gas Business". 2016 No. 1. Pp. 119-137.
8. Assessing the influence of rock properties on the efficiency of hydraulic fracturing in Domanik deposits / A.A. Nuriev, Sh.Kh. Sultanov, N.V. Shabrin [et al.] // Oil. Gas. Innovations. 2022. No. 5(258). Pp. 65-69. EDN GWNASU.
9. Makhnytkin, E. M. Assessment of methods for hydrodynamic connection of wells taking into account the facial features of the structure of the field / E.M. Makhnytkin, D.Yu. Chudinova, N.V. Shabrin // Modern technologies in oil and gas business – 2022: Collection of works of the international scientific and technical conference, Oktyabrsky, March 25, 2022. Oktyabrsky: Ufa State Petroleum Technical University, 2022. Pp. 153-156. EDN NFULUS.
10. Improving the construction of three-dimensional geological models of oil fields of complex structure / A. A. Makhmutov, N. V. Shabrin, A. M. Malyarenko [etc.] // Geology. Proceedings of the Department of Geosciences and Natural Resources. 2023. No. 30. Pp. 62-80. DOI 10.24412/2949-4052-2023-1-62-80. EDN SSVVHW.
11. Complex approach to wells selected for application of technology of affecting the remaining stocks / Chizhov A.P., Chibisov A.V., Terekhov O.V., Strelkov V.I. // Geology, Geophysics and development of oil and gas fields. 2009. No. 9. Pp. 34-36. EDN KXQQGN.
12. Geological and field substantiation of reservoir stimulation methods using the example of operational facilities of fields in the West Siberian oil and gas province / V. V. Mukhametshin, V. E. Andreev, R. R. Khuzin [etc.] // Geology, geophysics and development oil and gas fields. 2018. No. 10. Pp. 40-45. DOI 10.30713/2413-5011-2018-8-40-45. EDN VJULWP.
13. Khalikov, A. N. Justification for the selection of areas for the use of geological and technical measures based on geological and hydrodynamic modeling / A. N. Khalikov, D. Yu. Chudinova, M. M. Khidiyatov // Achievements, problems and prospects for the development of oil and gas industries: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Almet'yevsk, November 14–17,

2018. Almet'yevsk: Almet'yevsk State Oil Institute, 2018. Pp. 150-153. EDN ZBCEDR.
14. Optimization of the flooding system in terrigenous and carbonate reservoirs / V.E. Andreev, D.Yu. Chudinova, A.P. Chizhov, A.V. Chibisov // Problems of collection, preparation and transport of oil and petroleum products. 2016. No. 4(106). Pp. 42-53. EDN XEJOBX.
15. Prospects for the development of hard-to-recover oil reserves of carbonate formations using non-stationary waterflooding / A.V. Chibisov, A.P. Chizhov, N.N. Arkhipova, E.V. Kagarmanova // Collection of materials of the International scientific and practical conference "Innovative technologies in oil and gas complex", Ufa, November 23–29, 2014. Ufa: Bashkir State University, 2014. Pp. 166-171. EDN TRAGMF.

Сведения об авторах:

Котенёв Юрий Алексеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений», ФГБОУ ВО «Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет»; ведущий научный сотрудник, Научный Центр Международного Уровня «Рациональное освоение запасов жидких углеводородов планеты», Уфа, Российская Федерация, эл. адрес: geokot@inbox.ru. ORCID ID: 0000-0001-8980-4897.

Халиков Альмир Наилевич, старший преподаватель кафедры «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений», ФГБОУ ВО «Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет»; младший научный сотрудник, Научный Центр Международного Уровня «Рациональное освоение запасов жидких углеводородов планеты», Уфа, Российская Федерация, эл. почта: almir94@yandex.ru. ORCID 0000-0001-6801-3770.

Шабрин Никита Владиславович, ассистент кафедры «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений» ФГБОУ ВО «Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет», младший научный сотрудник Научного Центра Международного Уровня «Рациональное освоение запасов жидких углеводородов планеты», Уфа, Российская Федерация, эл. адрес: nikita.shabrin@yandex.ru. ORCID ID: 0000-0003-4727-6349.

Чибисов Александр Вячеславович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений» ФГБОУ ВО «Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет», старший научный сотрудник Научного Центра Международного Уровня «Рациональное освоение запасов жидких углеводородов планеты», Уфа, Российская Федерация, эл. адрес: z077@mail.ru. ORCID ID: 0000-0002-1382-2391.

Author's personal details:

Kotenev Yuriy Alekseevich, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Department of «Geology and Exploration of Oil and Gas Field Department» FSBEI HE “Ufa State Petroleum Technological University”, Leading researcher of World-class Research Center "Rational development of the planet liquid hydrocarbon reserves", Ufa, the Russian Federation. E-mail: geokot@inbox.ru. ORCID ID: 0000-0001-8980-4897.

Khalikov Almir Khalikov, Senior Lecturer of «Geology and Exploration of Oil and Gas Field Department» FSBEI HE “Ufa State Petroleum Technological University”, Junior Researcher of World-class Research Center "Rational development of the planet liquid hydrocarbon reserves", Ufa, the Russian Federation. E-mail: nikita.shabrin@yandex.ru. ORCID ID: 0000-0003-4727-6349.

Shabrin Nikita Vladislavovich, Senior Lecturer of «Geology and Exploration of Oil and Gas Field Department» FSBEI HE “Ufa State Petroleum Technological University”, Junior Researcher of World-class Research Center "Rational development of the planet liquid hydrocarbon reserves", Ufa, the Russian Federation. E-mail: nikita.shabrin@yandex.ru. ORCID ID: 0000-0003-4727-6349

Chibisov Alexander Vyacheslavovich Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of «Geology and Exploration of Oil and Gas Field Department» FSBEI HE “Ufa State Petroleum Technological University”, Senior Researcher World-class Research Center "Rational development of the planet liquid hydrocarbon reserves". Ufa, the Russian Federation. E-mail: z077@mail.ru. ORCID ID: 0000-0002-1382-2391.

© Котенёв Ю.А., Халиков А.Н., Шабрин Н.В., Чибисов А.В.

ГЕОЛОГО-ПРОМЫСЛОВЫЕ КРИТЕРИИ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ И СПОСОБЫ ИХ ОСВОЕНИЯ

© Котенёв Юрий Алексеевич, © Чиликин Виктор Максимович,
© Климин Руслан Валерикович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа, Российская Федерация

Аннотация. На сегодняшний день проблема неравномерной выработки запасов углеводородов является актуальной. Большое количество месторождений нефти находится на «зрелой» стадии. На этапе разработки месторождения стоит вопрос о максимально-возможном доизвлечении остаточных запасов. Значительное число факторов обуславливает неравномерную выработку нефти на протяжении всей «жизни» месторождения. Изучение данной проблематики, которой посвящены работы множества ученых, позволяет найти причины неравномерного извлечения и обосновать применение геолого-технических мероприятий с целью увеличения конечного коэффициента нефтеизвлечения. Одним из основных факторов, оказывающих влияние на неравномерную выработку запасов углеводородов является геологическое строение породы-коллектора. Анизотропию геолого-физических свойств, оказывающую влияние на фильтрацию флюида, можно изучить при помощи анализа неоднородности. Помимо геологического фактора, большое влияние оказывает технологический фактор. Он обусловлен системой разработки, а именно плотностью сеток скважин, режимом работы скважин, системой поддержания пластового давления и т.д. Оба вышеперечисленных фактора взаимосвязаны между собой, что влечет необходимость применения системного подхода для решения проблемы неравномерного извлечения нефти. В статье проведен анализ геологической неоднородности пласта ЮС 1/1 с помощью инструментов математической статистики – гистограммы и путем построения геологических карт: коэффициентов песчанистости, пористости, проницаемости, расчлененности, а также эффективной нефтенасыщенной толщины. Приведена сводная таблица всего пласта с диапазонами изменений характеристик неоднородности и их средним значением. В работе проанализирована карта реконструкции фациальных обстановок осадконакопления. В результате анализа карты плотности остаточных запасов исследуемый объект был разделен на три зоны с геолого-физической характеристикой для каждой из них.

Ключевые слова: неоднородность, пласт, коллектор, пористость, проницаемость, остаточные запасы, системный анализ.

Для цитирования: Котенёв Ю.А., Чиликин В.М., Климин Р.В. Геолого-промысловые критерии дифференциации остаточных запасов нефти и способы их освоения // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2023. №4. С. 69-82. DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-69-82.

FIELD-GEOLOGIC CRITERIA FOR DIFFERENTIATION OF RESIDUAL OIL RESERVES AND METHODS OF THEIR DEVELOPMENT

© Kotenyov YUrij Alekseevich, © Chilikin Viktor Maksimovich,
© Klimin Ruslan Valerikovich

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa State Petroleum Technological University", Ufa, Russian Federation

Summary. Today, the problem of uneven production of hydrocarbon reserves is relevant. A large number of oil fields are at a "mature" stage. At this stage of the field development, the question is about the maximum possible recovery of residual reserves. A large number of factors cause uneven oil production throughout the "life" of the field. The study of this issue, which is the subject of the work of many scientists, allows us to find the causes of uneven extraction and justify the use of geological and technical measures to increase the final coefficient of oil recovery. One of the main factors influencing the uneven production of hydrocarbon reserves is the geological structure of the reservoir rock. The anisotropy of geological and physical properties affecting fluid filtration can be studied using heterogeneity analysis. In addition to the geological factor, the technological factor has a great influence. It is determined by the development system, namely the density of the well grids, the operating mode of the wells, the reservoir pressure maintenance system, etc. Both of the above factors are interrelated, which necessitates the use of a systematic approach to solve the problem of uneven oil recovery. The article analyzes the geological heterogeneity of the YS 1/1 formation using the tools of mathematical statistics – histograms and by constructing geological maps: coefficients of sandiness, porosity, permeability, fragmentation, as well as effective oil-saturated thickness. A summary table of the entire reservoir with ranges of changes in the characteristics of heterogeneity and their average value is presented. The reconstruction map of the facies sedimentation environments is also analyzed. As a result of the analysis of the residual reserves density map, the object under study was divided into three zones with geological and physical characteristics for each of them.

Key words: heterogeneity, layer, reservoir, porosity, permeability, residual oil, systems analysis.

Введение. Работа посвящена изучению влияния геологического строения на дифференциацию запасов. Породы-коллекторы неоднородны по своим свойствам (фильтрационно-емкостные, гранулометрический состав, текстура, структура и т.д.) как в плане, так и в разрезе, другими словами, во всем объеме продуктивного пласта. Как правило, неоднородность, в зависимости от её масштаба, разделяют на макро- и микронеоднородность. Первое характеризует распределение продуктивного пласта в пространстве, второе ФЕС, структуру порового пространства и т.д [1-5].

Актуальность. Исследуемым объектом в работе является пласт ЮС 1/1 месторождения Западной Сибири находящийся на зрелой стадии разработки.

Изменение коэффициента пористости для продуктивного пласта происходит в пределах от 0,12 до 0,19 д.ед. Среднее значение – 0,15 д.ед.

Согласно гистограммному анализу наибольшая частота вскрытия – 22,4 % принадлежит диапазону [0,15; 0,16] (рисунок 1).

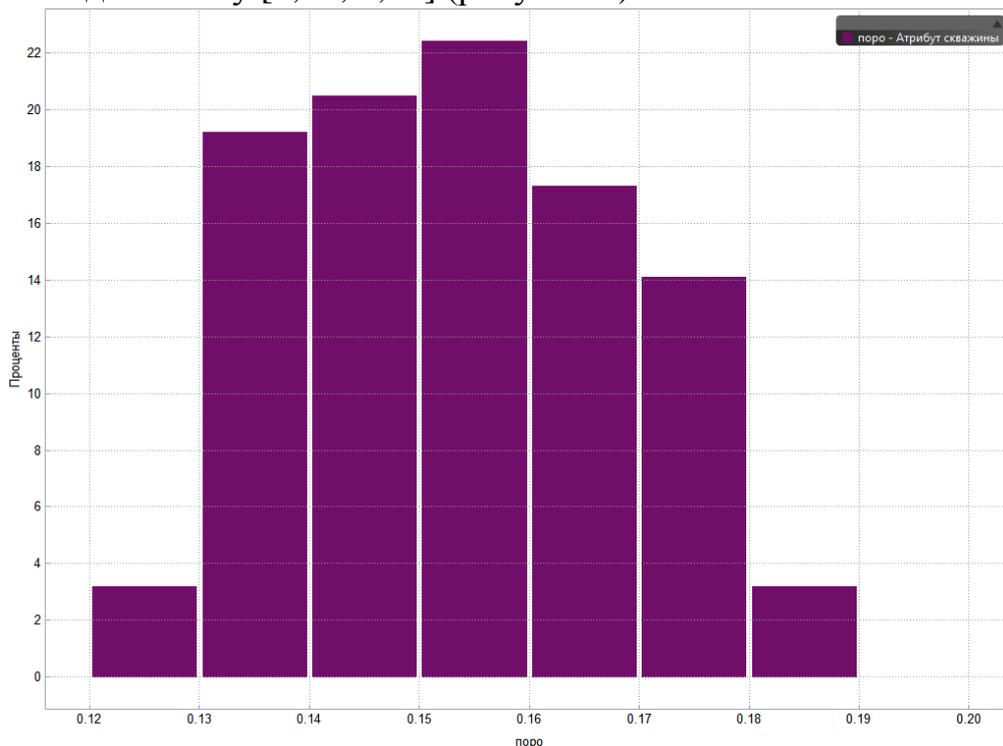


Рисунок 1 – Гистограмма коэффициента пористости исследуемого объекта

Изучив распределения коэффициента пористости в плане, можно сказать, что пористость достаточно равномерно распределена, а в некоторых зонах повышенной плотности остаточных запасов имеются значения выше среднего по пласту – 0,17-0,19 д.ед. (рисунок 2).

В дополнении, изучив распределение пористости по разрезу, установлено, что высокопористые пропластки находятся в верхней и средней части пласта, а низкопористые пропластки – в нижней. Исходя из проведённого анализа – пласт неоднородный по пористости.

Геолого-статистический разрез (ГСР) коэффициента пористости исследуемого объекта приведен на рисунке 3.

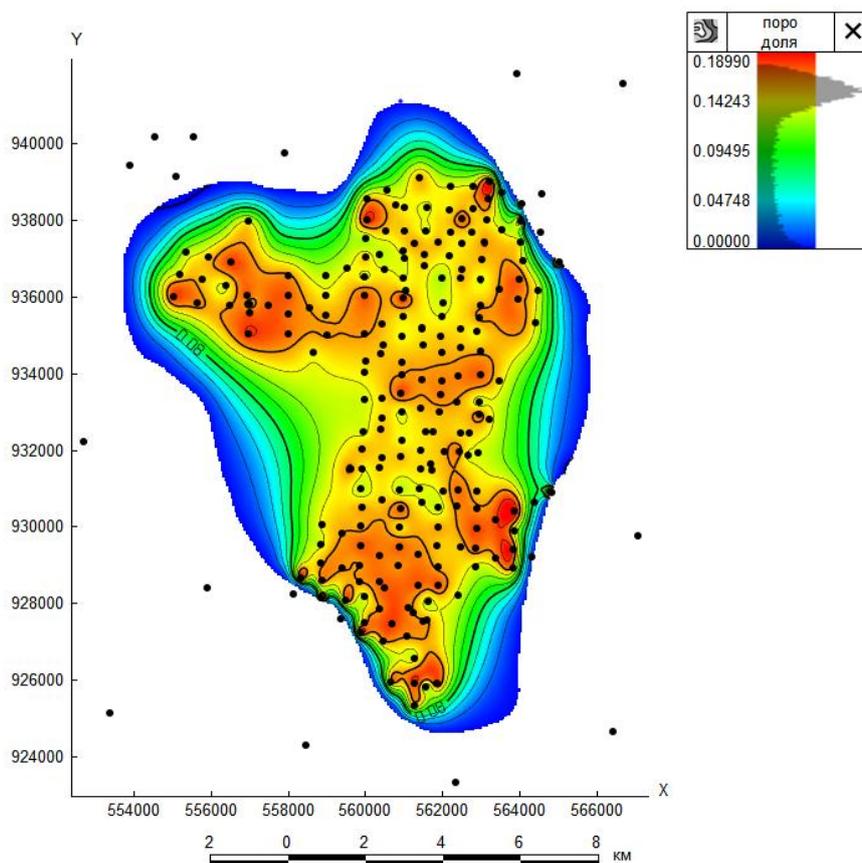


Рисунок 2 – Карта коэффициента пористости исследуемого объекта

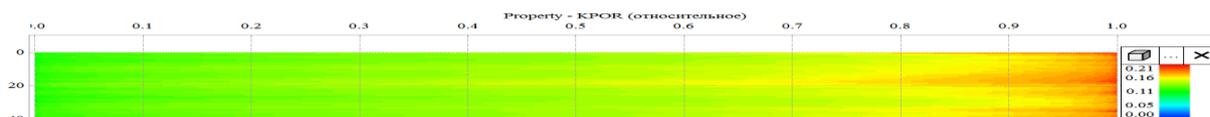


Рисунок 3 – ГСР коэффициента пористости исследуемого объекта

Анализируя гистограмму и карту коэффициента проницаемости (рисунок 4), можно сделать вывод, что проницаемость коллектора изменяется от 0,14 до 143,4 мД. Около 83% пласта имеет проницаемость меньше 20 мД. Запасы пласта ЮС 1/1 относятся к ТРИЗам по проницаемости [6]. В плане проницаемость распределяется равномерно, за исключением локальных аномалий, связанных с геологическим строением (рисунок 5). Для удобства оценки ГСР значения коэффициента проницаемости были разделены на 3 группы: <20 мД; от 20 до 50 мД; >50 мД. В разрезе проницаемость повторяет тренд пористости, высокопроницаемые пропластки располагаются в верхних и нижних частях пласта, низкопроницаемые тяготеют к подошве (рисунок 6). По проницаемости пласт ЮС 1/1 характеризуется, как неоднородный.

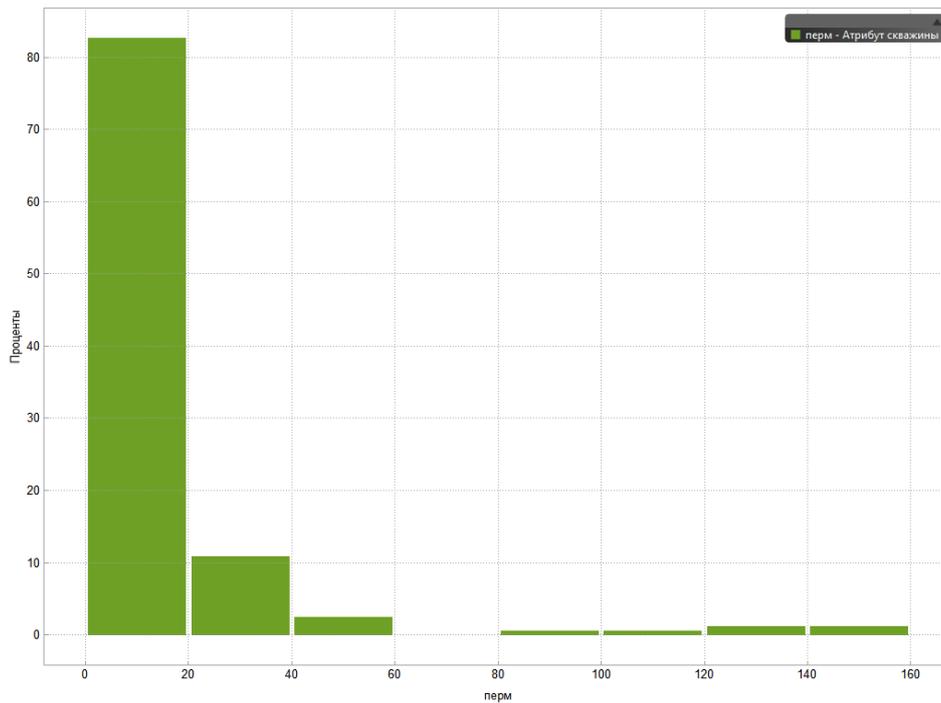


Рисунок 4 – Гистограмма коэффициента проницаемости исследуемого объекта

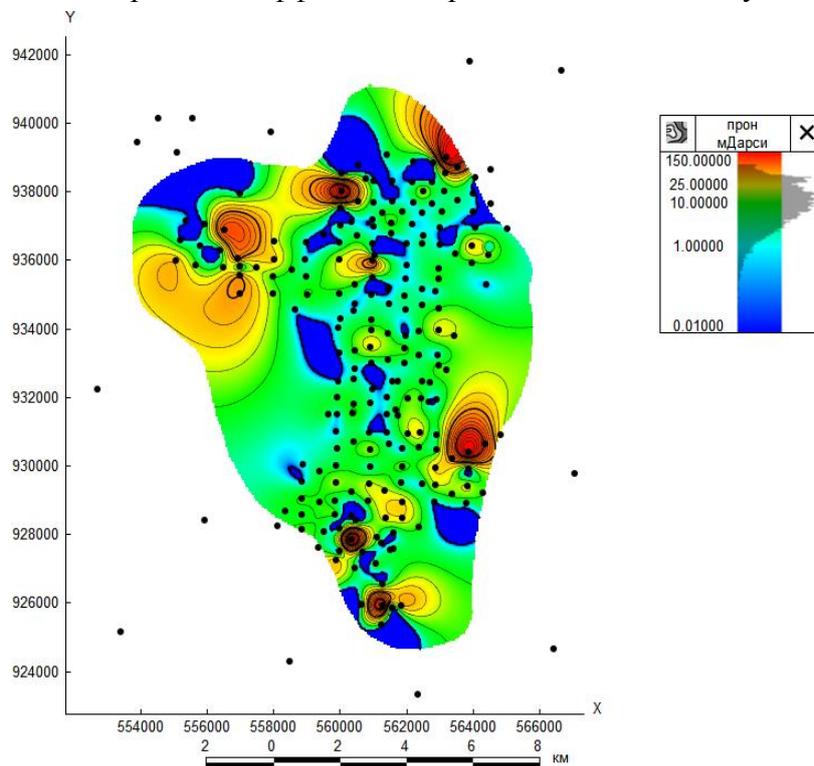


Рисунок 5 – Карта коэффициента проницаемости исследуемого объекта

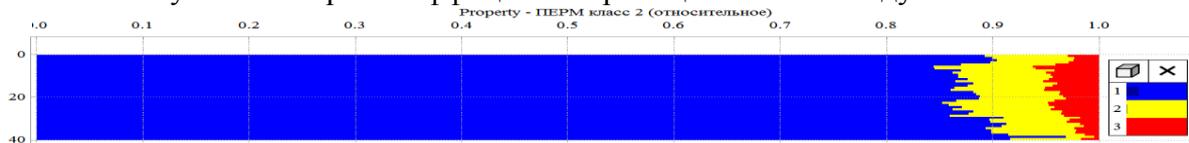


Рисунок 6 – ГСП коэффициента проницаемости исследуемого объекта

Аналогичные исследования были проведены для оценки макронеоднородности продуктивного пласта. Среднее значение расчлененности составляет 5 ед., большое количество остаточных запасов сосредоточено в областях с расчлененностью достигающую 11-13 ед. Коэффициент песчаности находится в диапазоне от 0,07 до 0,52 д.ед., среднее значение – 0,25 д.ед. В зонах с повышенной плотностью остаточных запасов среднее значение находится в пределах от 0,24 до 0,27 д.ед. По макронеоднородности пласт относится к неоднородному.

На основании карты плотности остаточных запасов исследуемый объект разделен на 3 участка с повышенной плотностью остаточных запасов (рис. 7). Геолого-физическая характеристика приведена ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Геолого-физическая характеристика пласта ЮС 1/1 и выделенных участков

Показатели	Микронеоднородность		Макронеоднородность	
	Коэф. пористости, д.ед	Коэф. проницаемости, мД	Коэф. расчлененности, ед.	Коэф. песчаности, д.ед
Средние по пласту	0,15 <u>0,12 – 0,19</u>	12,7 <u>0,01 – 143,4</u>		0,25 <u>0,07 – 0,52</u>
1 участок	0,15	11	6	0,27
2 участок	0,15	6	5	0,27
3 участок	0,16	18	5	0,24

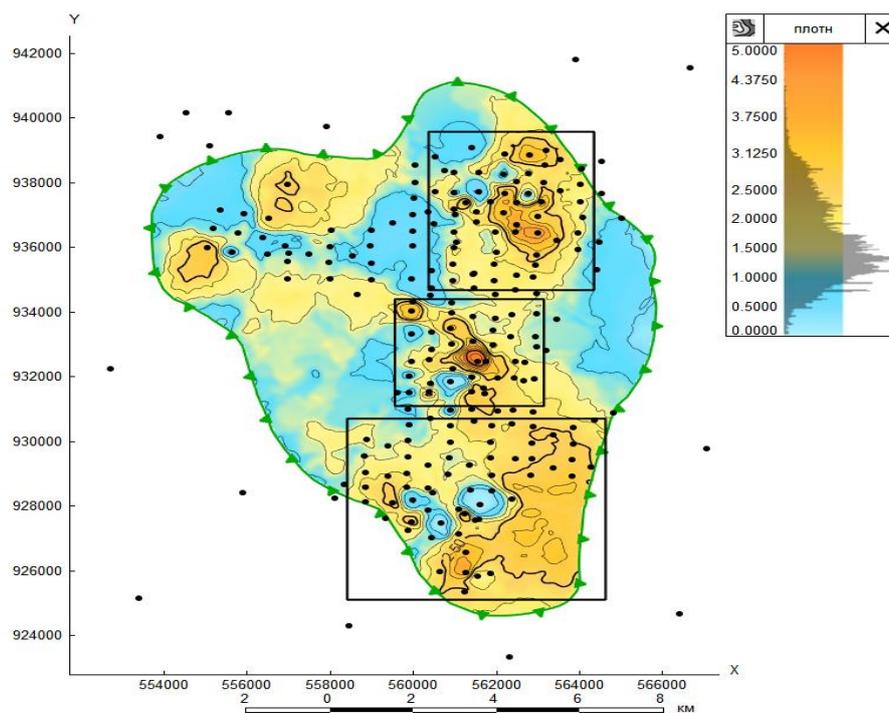


Рисунок 7 – Карта плотности остаточных запасов [6]

Для дальнейшей дифференциации остаточных запасов была проанализирована карта фациальных обстановок осадконакопления объекта исследования (рисунок 8), построенная с помощью электрометрического метода В.С. Муромцева [7, 8, 9, 10]. Также были построены гистограммы распределения фациальных обстановок по участкам с повышенной плотностью остаточных запасов (рисунок 9).

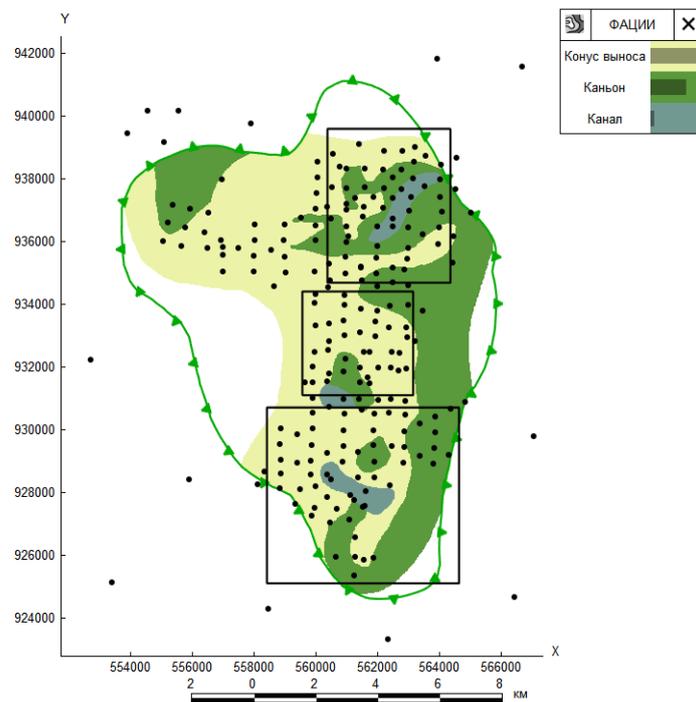


Рисунок 8 – Карта фациальных обстановок осадконакопления объекта исследования

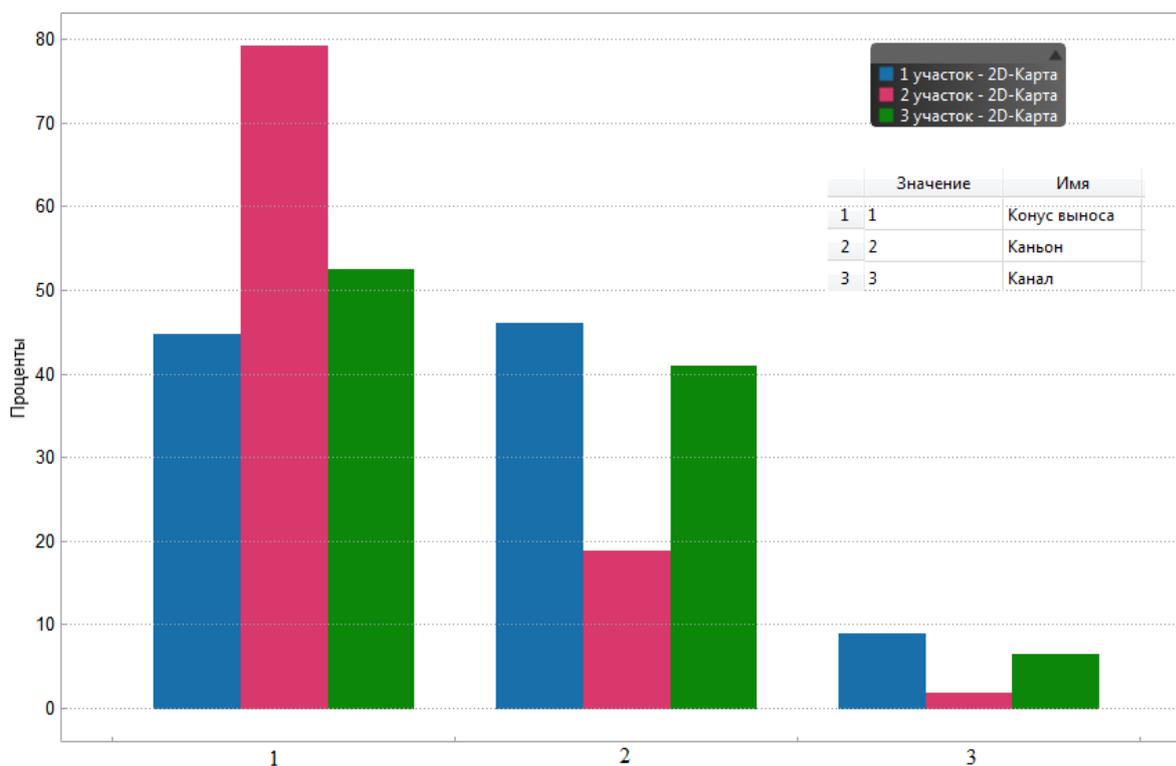


Рисунок 9 – Гистограмма распределения фациальных обстановок по участкам

Совершенствование разработки продуктивных объектов предусматривается по трем наиболее важным направлениям: детальное геолого-технологическое обоснование эффективности применения методов увеличения нефтеотдачи и технологических мероприятий по совершенствованию ряда технологий и разработке новых; оценка экономической эффективности и целесообразности технологических решений, дифференцированная оценка затрат и себестоимости добычи нефти по объектам внедрения с целью их снижения; оценка уровня экологической безопасности применения методов увеличения нефтеотдачи в геологических условиях объектов и предупреждение техногенного воздействия на окружающую среду [11, 12].

Для комплексного обоснования и прогноза эффективности геолого-технологических мероприятий и МУН реализован следующий системный подход: с помощью геолого-промыслового или же математического моделирования производится дифференциация остаточных балансовых и извлекаемых запасов по продуктивным пластам, залежам и зонам; производится картирование остаточных запасов; на основе подготовленной базы геолого-физических и промысловых данных формируется «Информационно-поисковая система оперативного контроля, анализа и регулирования процесса разработки нефтяных месторождений».

Основными критериями выбора первоочередных зон для проведения воздействия на остаточные запасы являются: наличие значительных по величине

удельных подвижных запасов нефти; высокая доля остаточных удельных подвижных запасов нефти по отношению к их начальным значениям.

Использование комплекса позволяет оперативно получать геолого-промысловую информацию (статическую и динамическую) по любому объекту месторождения — скважине, группе скважин, очагу воздействия, участку залежи, пласту и т.д.

Исходя из дифференциации остаточных запасов, геолого-физических и промысловых параметров по площади продуктивного объекта, критериального анализа ГТМ и МУН формируется перечень технологических предложений по оптимизации разработки объекта и увеличению степени извлечения нефти из пласта. В результате геолого-математического моделирования разработки объекта с применением отработанных методов воздействия на продуктивные пласты рассчитываются текущие и конечные показатели разработки [11].

С целью определения степени выработки запасов нефти рассчитывается доля остаточных запасов по отношению к начальным значениям по всем скважинам и строится карта распределения доли остаточных запасов нефти месторождения. Карты остаточных удельных объемов нефти показывают абсолютную величину удельного объема (в $\text{м}^3/\text{м}^2$) в различных частях залежи. Карты распределения доли остаточных запасов отражают степень выработки запасов нефти в процентном отношении к начальным запасам. Анализируя распределение начальных, остаточных и доли остаточных запасов нефти, можно определить величину удельных объемов нефти, степень их выработки (являются ли они начальными или в значительной степени выработанными) и на основании этого установить зоны, характеризующиеся различной выработкой запасов. Сопоставляя карты доли остаточных запасов с картами распределения коллекторских свойств продуктивного разреза (эффективной толщины, пористости и др.), можно установить причину, вызвавшую различие в выработке запасов по зонам.

Для выбора местоположения первоочередных уплотняющих скважин, необходимо провести анализ по картам остаточных удельных объемов и доли остаточных запасов нефти, а также по значениям коэффициента продуктивности скважин в зоне намечаемого бурения. Как правило, по старому малодебитному фонду скважин не ведется определение коэффициента продуктивности. Поэтому при анализе можно воспользоваться дебитами скважин. Из нескольких зон с одинаковой долей остаточных запасов (процент неизвлеченных балансовых запасов) необходимо выбирать ту, где больше абсолютная величина остаточных запасов нефти. К анализу необходимо привлекать карты эффективной толщины и пористости.

Совместный анализ карт выработки, обводненности, нефтенасыщенных толщин и распределения коллекторов позволяет оценить эффективность применяемой системы разработки, определить необходимые мероприятия по

приобщению в активную разработку запасов нефти в слабодренлируемых зонах [11, 13].

Заключение. По результатам проведенного геолого-промыслового анализа выработки были выделены 3 зоны остаточных запасов с дифференциации их по геологической неоднородности и фациальной обстановке осадконакопления. Также могут быть предложены группы ГТМ по оптимизации выработки остаточных запасов [13, 14, 15]: бурение новых эксплуатационных скважин; забурка боковых стволов; гидро-разрыв пласта; обработки призабойных зон и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жданов М.А., Ованесов М.Б., Токарев М.А. «Комплексный учет геологической неоднородности и прогноза конечного коэффициента нефтеотдачи // Геология нефти и газа. 1974. № 3. С. 19 -23.
2. Чудинова Д.Ю., Закирова Э.А., Янова А.В. Геологическая неоднородность и ее влияние на выработку остаточных запасов нефти пласта / Д.Ю. Чудинова, Э.А. Закирова, А.В. Янова // Нефтегазовые технологии и новые материалы. Проблемы и решения: Сборник научных трудов. Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство научно-технической литературы "Монография", 2018. Т. 7 (12). С. 5-11. EDN XTJULZ.
3. Чудинова Д.Ю. Влияние геологической неоднородности на эффективность выработки запасов нефти / Д.Ю. Чудинова, М.Ю. Бурумбаева, А.И. Гарайшин // Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки: Материалы XIII международной научно-практической конференции, Северный Чарльстон, США, 17–18 октября 2017 г. / Научно-исследовательский центр «Академический». Т. 2. Северный Чарльстон, США: CreateSpace, 2017. С. 14-17. EDN ZQZTXL.
4. Котенев Ю.А., Шабрин Н.В., Котенев А.Ю., Котенев М.Ю. Системный анализ разработки нефтяных и газовых месторождений. г. Уфа: «Издательство УГНТУ». 2021.
5. Реконструкция условий формирования васюганской свиты на основе использования комплекса гранулометрического анализа терригенных отложений / С.В. Арефьев, Д. Ю. Чудинова, Ю.А. Котенев [и др.] // Нефть. Газ. Новации. 2022. № 3(256). С. 32-36. EDN KWVKFL.
6. Определение фациальных типов отложений на примере пласта ЮС1// Д.Ю. Чудинова, Е.М. Махныткин, Л.И. Халиуллина. Сборник материалов международной научно-практической конференции посвященная 75-летию горно-нефтяного факультета УГНТУ и 100-летию ученого Спивака Александра Ивановича. Уфа. 2023.

7. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел –литологических ловушек нефти и газа. Л.: Недра, 1984. 260 с.
8. Рединг Х.Г. Обстановки осадконакопления и фации. М.: Мир, 1990. 352 с.
9. Палеогеография Западно-сибирского осадочного бассейна в меловом периоде / Конторович А.Э., Ершов С.В., Казаненков В.А., Карогодин Ю.Н., Конторович В.А., Лебедева Н.К., Никитенко Б.Л., Попова Н.И., Шурыгин Б.Н. // Геология и геофизика. 2014. Т. 55. № 5-6. С. 745-776. EDN QQUSWF.
10. Чудинова Д.Ю. Уточнение геологической модели продуктивных отложений васюганской свиты на основе изучения условий их формирования / Д. Ю. Чудинова, Е. М. Махныткин, Н. В. Шабрин [и др.] // Нефть. Газ. Новации. 2021. № 9(250). С. 13-17. EDN KEQQUX.
11. Котенев Ю.А. Научно-методические основы повышения эффективности выработки трудноизвлекаемые запасов нефти с применением методов увеличения нефтеотдачи: диссер... д-ра техн. наук: 25.00.17. Уфа, 2004. 314 с.
12. Экологические аспекты функционирования нефтегазовых техноприродных систем / Ю.А. Котенев, В.Е. Андреев, В.П. Давыдов [и др.]. Учебное пособие. Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 1998. 101 с. ISBN 5-7831-0139-7. EDN VRMAZT.
13. Чудинова Д. Ю., Котенев А. Ю., Махныткин Е. М., Чиликин В.М., Климин Р.В. Влияние геологического строения продуктивных отложений месторождений Среднего Приобья на эффективность геолого-технических мероприятий. // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2023. № 32. С. 38-51. DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-38-51. EDN VZPUFQ.
14. Технологии воздействия на трудноизвлекаемые запасы нефти в системе "пласт-призабойная зона скважины" / Ю.А. Котенев, Ш.Х. Султанов, А.В. Чибисов, А.П. Чижов // Нефтегазовые технологии и новые материалы. Проблемы и решения: Сборник научных трудов. Вып. 3 (8). Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство научно-технической литературы "Монография". 2014. С. 125-130. EDN UMVEMF.
15. Котенев Ю.А., Зейгман Ю.В., Мухаметшин В.Ш., Прономарев А.И., Султанов Ш.Х., Хафизов А.Р, Беляева А.С., Котенев А.Ю. Обоснование циклического воздействия на продуктивные пласты с высоковязкой нефтью // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2016. № 3(117). С. 77-84. DOI 10.31660/0445-0108-2016-3-77-84. EDN WDCUGV.

REFERENCES

1. Zhdanov, M.A., Ovanesov M.B., Tokarev M.A. "Comprehensive accounting of geological heterogeneity and prediction of the final oil recovery coefficient // Geology of oil and gas. 1974. No. 3. pp. 19-23.
2. Chudinova, D.Yu. Zakirova E.A., Yanova A.V. Geological heterogeneity and its effect on the production of residual oil reserves of the formation / D.Yu. Chudinova, E.A. Zakirova, A.V. Yanova // Oil and gas technologies and new materials. Problems and solutions: A collection of scientific papers. Ufa: Limited Liability Company "Publishing House of scientific and technical literature "Monograph", 2018. Vol. 7 (12). pp. 5-11. EDN XTJULZ.
3. Chudinova, D.Y. The influence of geological heterogeneity on the efficiency of oil reserves production / D.Y. Chudinova, M.Y. Burumbaeva, A.I. Garaishin // Fundamental Science and technology – promising developments: Materials of the XIII International Scientific and Practical conference, North Charleston, USA, October 17-18, 2017 / Scientific Research Center "Academic". Vol. 2. North Charleston, USA: CreateSpace, 2017. pp. 14-17. EDN ZQZTXL.
4. Kotenev Yu.A., Shabrin N.V., Kotenev A.Yu., Kotenev M.Yu. System analysis of oil and gas fields development. Ufa: UGNTU Publishing House. 2021.
5. Reconstruction of the conditions of formation of the Vasyugan formation based on the use of a complex of granulometric analysis of terrigenous deposits / S.V. Arefyev, D. Yu. Chudinova, Yu.A. Kotenev [et al.] // Oil. Gas. Innovations. 2022. No. 3(256). pp. 32-36. EDN KWKKFL.
6. Determination of facies types of sediments on the example of the YUS1 formation// D.Yu. Chudinova, E.M. Makhnytkin, L.I. Khaliullina. Collection of materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the Mining and Petroleum Faculty of USPTU and the 100th anniversary of scientist Alexander Ivanovich Spivak. Ufa. 2023.
7. Muromtsev, V.S. Electrometric geology of sandy bodies –lithological traps of oil and gas. L.: Nedra, 1984. 260 p.
8. Reading H.G. Sedimentation and facies conditions. M.: Mir, 1990. 352 p.
1. . 9. Paleogeography of the West Siberian sedimentary basin in the Cretaceous period / Kontorovich A.E., Ershov S.V., Kazanenkov V.A., Karogodin Yu.N., Kontorovich V.A., Lebedeva N.K., Nikitenko B.L., Popova N.I., Shurygin B.N. // Geology and Geophysics. 2014. Vol. 55. No. 5-6. pp. 745-776. EDN QQUSWF.
9. Chudinova D.Yu. / Clarification of the geological model of productive deposits of the Vasyugan formation based on the study of the conditions of their formation / D. Yu. Chudinova, E. M. Makhnytkin, N. V. Shabrin [et al.] // Oil. Gas. Innovations. 2021. No. 9(250). pp. 13-17. EDN KEQQUX.

10. Kotenev, Yu.A. Scientific and methodological foundations for improving the efficiency of production of hard-to-recover oil reserves using methods of increasing oil recovery: Dissert... Doctor of Technical Sciences: 25.00.17. Ufa, 2004. 314 p.
11. Ecological aspects of the functioning of oil and gas technopriming systems / Yu.A. Kotenev, V.E. Andreev, V.P. Davydov [et al.]. Textbook. Ufa: Ufa State Petroleum Technical University, 1998. 101 p. ISBN 5-7831-0139-7. EDN VRMAZT.
12. Chudinova D. Yu., Kotenev A. Yu., Makhnytkin E. M., Chilikin V.M., Klimin R.V. Influence of the geological structure of productive deposits of deposits of the Middle Ob region on the effectiveness of geological and technical measures. // Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences and Natural Resources. 2023. No. 32. pp. 38-51. DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-38-51. EDN VZPUFQ.
13. Technologies of impact on hard-to-recover oil reserves in the system "formation-bottomhole zone of the well" / Yu. A. Kotenev, Sh. Kh. Sultanov, A.V. Chibisov, A. P. Chizhov // Oil and gas technologies and new materials. Problems and solutions: A collection of scientific papers. Issue 3 (8). Ufa: Limited Liability Company "Publishing House of scientific and technical literature "Monograph". 2014. pp. 125-130. EDN UMVEMF.
14. Kotenev Yu.A., Zeigman Yu.V., Mukhametshin V.Sh., Pronomarev A.I., Sultanov Sh.Kh., Hafizov A.R., Belyaeva A.S., Kotenev A.Yu. Justification of cyclic impact on productive reservoirs with high viscosity oil // News of higher educational institutions. Oil and gas. 2016. No. 3(117). pp. 77-84. DOI 10.31660/0445-0108-2016-3-77-84. EDN WDCUGV.

Сведения об авторах:

Котенёв Юрий Алексеевич – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», ул. Космонавтов, 1, 450064, г.Уфа, Российская Федерация, e-mail: geokot@inbox.ru. ORCID ID: 0000-0001-8980-4897.

Чиликин Виктор Максимович – аспирант, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», ул. Космонавтов, 1, 450064, г.Уфа, Российская Федерация, e-mail: cleanlist867@mail.com. ORCID ID: 0009-0005-0105-1322.

Климин Руслан Валерикович – аспирант, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», ул. Космонавтов, 1, 450064, г.Уфа, Российская Федерация, e-mail: rus.klimin@yandex.ru. ORCID ID: 0009-0008-0334-5887.

Author's personal details

Kotenyov YUrij Alekseevich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Ufa State Petroleum Technological University, st. Kosmonavtov, 1, 450064, Ufa, Russian Federation. E-mail: geokot@inbox.ru. ORCID ID: 0000-0001-8980-4897.

Chilikin Viktor Maksimovich – post-graduate student, Ufa State Petroleum Technological University, st. Kosmonavtov, 1, 450064, Ufa, Russian Federation. E-mail: cleanlist867@mail.com. ORCID ID: 0009-0005-0105-1322.

Klimin Ruslan Valerikovich – post-graduate student, Ufa State Petroleum Technological University, st. Kosmonavtov, 1, 450064, Ufa, Russian Federation. E-mail: rus.klimin@yandex.ru. ORCID ID: 0009-0008-0334-5887.

© Котенёв Ю.А., © Чиликин В.М., © Климин Р.В.

DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-82-98

УДК 553.982.23

ВЫЯВЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ ОЗЕК-СУАТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВОСТОЧНО-ПРЕДКАВКАЗСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ

© Панина Ольга Владимировна, © Донцова Ольга Леонидовна

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»,
г. Краснодар, Российская Федерация

Аннотация. Объектом настоящего исследования является нефтяное месторождение Озек-Суат, которое расположено на территории Нефтекумского района Ставропольского края Российской Федерации. При анализе геологического строения и нефтегазоносности продуктивных пластов Озек-Суатского месторождения к настоящему времени основными нефтегазоносными комплексами являются: среднеюрский, нижнемеловой, верхнемеловой и верхнеэоценовый-нижнеолигоценовый комплексы. Продуктивные пласты имеют преимущественно пластовый, сводовый и литологически-экранированный типы залежей. На основе данных химических свойств нефти были отнесены к метанонафтеновому типу, по составу являются преимущественно парафинистые. Растворенный газ относится к метановому

Для цитирования: Панина **О.В.**, Донцова **О.Л.** Выявление особенностей нефтегазоносности продуктивных пластов Озек-Суатского месторождения Восточно-Предкавказской нефтегазоносной области // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2023. №4. С.82-98. DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-82-98

*Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов / Geology.
Proceedings of the Department of Earth Sciences and Natural Resources, 2023, № 4 (33)*

типу. В сравнительной характеристике продуктивных пластов была проанализирована литология пластов-коллекторов и было определено, что коллекторами выступают песчаники, алевролиты, глины, известняки, и пласты имеют как поровый, так и листовато-плитчатотрещинный и трещинный тип коллектора. Анализ нефтегазоносности продуктивных пластов позволяет оценить количество нефти и газа, которое может быть извлечено из пластов, а также определить оптимальные методы и технологии добычи. Это позволит определить геологические особенности и свойства пластов, такие как пористость, проницаемость, насыщенность нефтью и газом, что позволяет более точно оценить объем запасов и ресурсов месторождения, улучшить методы поиска и разведки нефти и газа, что может привести к открытию новых месторождений и увеличению запасов. На основе данных фильтрационно-емкостных свойств пласты коллекторы были разделены на классы по классификации А.А. Ханина. Среднеюрские и нижнемеловые продуктивные пласты относятся к коллектору среднего класса, верхнемеловые относятся к пониженному классу, палеогеновые относятся к слабопроницаемому классу.

Ключевые слова: Озек-Суатское месторождение, геологическое строение, нефтегазоносный комплекс, коллектор, фильтрационные свойства, тип залежи, геологическая изученность, продуктивный пласт, нефтегазоносная область, тектоническое районирование, залежь.

IDENTIFICATION OF FEATURES OF OIL AND GAS BEARING RESIDENCE OF PRODUCTIVE FORMATIONS OF THE OZEK-SUATSKY FIELD OF THE EAST PREDCAUCASIAN OIL AND GAS BEARING REGION

©Panina Olga Vladimirovna, ©Dontsova Olga Leonidovna
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Kuban State
University», Krasnodar, Russian Federation

Summary. The Ozek-Suat oil field is the object of this study, which is located on the territory of the Neftekumsky district of the Stavropol Territory of the Russian Federation. When analyzing the geological structure and oil and gas content of productive strata of the Ozek-Suat field, to date the main oil and gas-bearing complexes are: Middle Jurassic, Lower Cretaceous, Upper Cretaceous and Upper Eocene-Lower Oligocene complexes. Productive strata have predominantly sheet, dome and lithologically screened types of deposits. Based on these chemical properties, the oils were classified as methanoparaffinic type; their composition is predominantly paraffinic. The dissolved gas is of the methane type. In the comparative characteristics of productive formations, the lithology of reservoir layers was analyzed, and it was determined that the reservoirs are sandstones, siltstones, clays, limestones, and the layers have both porous and sheet-plate-fractured and fractured types of reservoirs. Analysis of the oil and gas content of productive formations allows us to estimate the amount of oil and gas, which can be extracted from the formations, as well as determine optimal extraction methods and technologies, improve methods of prospecting and exploration for oil and gas, which could lead to the discovery of new fields and increased reserves. Based on the reservoir properties data, the reservoir layers were divided into classes according to the classification of A.A. Hanina. Middle Jurassic and corresponding productive formations belong to medium class reservoirs, Upper Spruce belong to the lower class, Paleogene belong to the low permeability class.

Key words: Ozek-Suat field, geological structure, oil and gas bearing complex, reservoir, reservoir properties, reservoir type, geological knowledge, productive formation, oil and gas bearing area, tectonic zoning, deposit.

Введение. Анализ нефтегазоносности продуктивных пластов является важным этапом в изучении месторождений нефти и газа. Он позволяет оценить количество нефти и газа, которое может быть извлечено из пластов, а также определить оптимальные методы и технологии добычи. Это важно для разработки стратегии развития месторождения. Кроме того, анализ нефтегазоносности продуктивных пластов позволяет определить геологические особенности и свойства пластов, такие как пористость, проницаемость, насыщенность нефтью и газом, что позволяет более точно оценить объем запасов и ресурсов месторождения. Также этот анализ позволяет улучшить методы поиска и разведки нефти и газа, что может привести к открытию новых месторождений и увеличению запасов этих ценных ископаемых. Таким образом, анализ нефтегазоносности продуктивных пластов является важным инструментом в геологических исследованиях и помогает обеспечить устойчивое развитие нефтегазовой отрасли. Объектом настоящего исследования являлся район месторождения Озек-Суат, где особое внимание авторами было уделено анализу геологического строения и нефтегазоносности продуктивных пластов палеогеновых, верхнемеловых, нижнемеловых, среднеюрских отложений. В рамках работы авторами были поставлены следующие задачи: проведение комплексного анализа геологической изученности района месторождения, геологического строения и нефтегазоносности месторождения; на основе методики сравнительного анализа дать характеристику продуктивных пластов; провести сравнительный анализ фильтрационно-емкостных свойств пластов (рисунок 1).

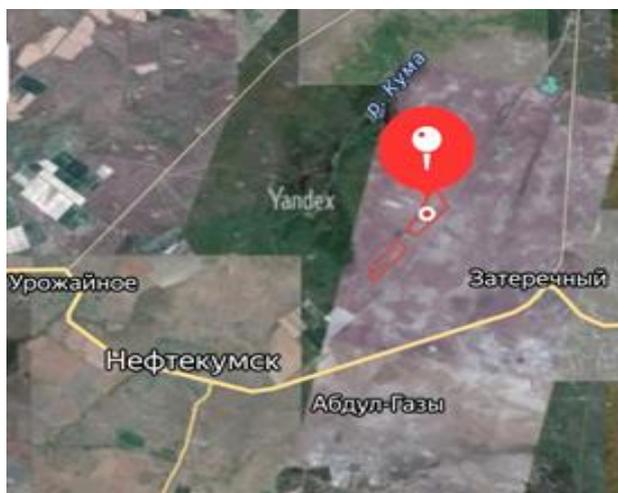


Рисунок 1 – Обзорная схема района исследований

Геологоразведочные работы на изучаемой площади начаты в 1961 г. на основании сейсмических исследований 1960–1961 гг., выполненных трестом «Грознефтегеофизика». За период с 1961 по 1971 гг. на площади пробурено 7 разведочных скважин. В процессе геологоразведочных работ выявлены промышленные залежи нефти в IX пласте нижнего мела и в V пласте юрских отложений. В результате проведенных сейсмических работ в окрестностях поля Озек-Суат выявлен ряд погребенных поднятий, среди которых Приграничное, Южный Озек-Суат [1].

1) Поле Приграничное находится на востоке Озек-Суатского выступа. В пределах площади пробурено 7 разведочных скважин, кроме того для структурных построений использованы данные скважин месторождения Восточное и Молодежное. Приграничная структура в плане IX пласта имеет вытянутую и несколько серповидную форму [1]. Структурный план V юрского пласта несколько отличается от нижнемелового и представляет собой два куполовидных поднятия. Приграничная структура оконтуривается изогипсой – 3240 м, размеры в плане составляют – длина 1,5 км, ширина 2 км, с пологими углами падения и небольшой амплитудой порядка 5 м, площадь 3 км². Продуктивный V пласт развит по площади повсеместно. Структурный план сформирован в виде двух куполовидных поднятий. Сводовые части поднятий располагаются в районе 2 и 3 скважин. Самая возвышенная часть отмечена в скважине 2 [2]. Нижнемеловые отложения залегают на юрских со стратиграфическим несогласием. Структурные формы нижнемеловых отложений в общем унаследуются от юрских, но приобретают более пологие, расплывчатые очертания, большие размеры. Анализ истории развития поднятия показывает, что формирование его происходило в тесной связи с поднятиями в фундаменте. Однако в результате изменения на различных этапах режима тектонических движений и характер распространения осадков, возникли дополнительные напряжения, которые привели к изменению структурных планов и появлению новых [3]. Во все последующие периоды геологического развития описываемого района (юрский, меловой, палеогеновый) наметившиеся поднятия характеризовались устойчивым и унаследованным развитием. Поэтому на поле Приграничное в нижнемеловых отложениях выделяется крупное Теренкульское поднятие, которое соответствует в плане выступу поверхности фундамента [2].

2) Поле Южный Озек-Суат. В пределах площади Озек-Суат Южный пробурено 9 разведочных скважин, кроме того для структурных построений использованы данные ранее пробуренных скважин поля Озек-Суат, месторождений Южное и Острогорское, а также поля Краевое. Данные бурения всех вышеперечисленных скважин послужили основой для построения структурных карт и профилей по всем продуктивным горизонтам – XIII₁ пласту нижнего мела и хадумской свите. XIII₁ продуктивный пласт залегает

непосредственно на XIII₂₊₃ пласте без глинистого раздела. Перерыва в осадконакоплении между ними не отмечалось. Следует отметить, что XIII₁ и XIII₂₊₃ пласты в разрезе образуют единую пачку, в которой выделяются проницаемые продуктивные пласты [1]. Структура представляет собой малоамплитудное поднятие-структурный нос, очерченный изогипсой минус 3360 м и открытого с западной стороны. Западнее в районе скважин 15 Озек-Суат Южный и Озек-Суат имеется небольшая брахиантиклинальная складка, ограниченная замыкающей изогипсой [1]. Размеры складки – длина 1,75 км, ширина – 0,9 км. Амплитуда поднятия около 5 м. Углы падения слоев на крыльях не превышают 1°30'. Палеогеновые отложения залегают на размытую поверхность верхнего мела. Современный структурный план белоглинских отложений отображает обширное пологое поднятие с амплитудой 15 м. Углы падения пород 0°30', 0°45'. По хадумской свите в современном структурном плане вырисовывается моноклираль южного склона Озек-Суатского выступа. Хадумская свита, в целом, сохраняет черты тектонического строения белоглинских отложений [4]. В контуре изогипсы минус 2300 м. Южно Озек-Суатское поднятие представляет собой структурный нос, вытянутый в северо-западном направлении и открытый с восточной стороны. Амплитуда поднятия в пределах этой изогипсы 20 м. (рисунки 2 и 3).



Рисунок 2 – Фрагмент карты тектонического районирования [2]



Рисунок 5 – Физико-химические свойства пластовой нефти

В пределах IX пласта поля Озек-Суат выделяются две залежи нефти – северный и южный. Северный (основной) участок залежи нефти IX пласта пластовый сводовый, залегает на глубине 3250 м, имеет размеры – длина 7 км, ширина 4,5 км, высота 35 м. Утвержденный ВНК принят наклонным с востока на запад на отметках от минус 3252 до минус 3265 м [8]. Участок залежи характеризуется обширной водонефтяной зоной, которая составляет 67%. Площадь нефтеносности составляет 24673 тыс м². Эффективная нефтенасыщенная толщина изменяется от 0 до 20 м, средневзвешенная ее величина составляет 9 м. Южный участок залежи нефти IX пласта пластовый сводовый, залегает на глубине 3170 м, имеет размеры – длина 3 км, ширина 3 км, высота 18 м. Утвержденный ВНК принят горизонтальным на отметке минус 3156 м [6].



Рисунок 6 – Физические свойства пластовых вод



Рисунок 7 – Химические свойства пластовых вод

Залежи характеризуются обширной водонефтяной зоной, которая составляет 95 %. Площадь нефтеносности составляет 5291 тыс м². Эффективная нефтенасыщенная толщина изменяется от 0 до 16 м, средневзвешенная ее величина составляет 6,9 м [7]. Залежь нефти IX пласта поля Приграничное пластовая сводовая, подстилается водой, залегает на глубине 3147 м, имеет размеры – длина 2 км, ширина 0,5 км, высота 0,9 м. Утвержденный ВНК принят наклонным с востока на запад на отметках от минус 3131 до минус 3131,5 м. Площадь нефтеносности залежи составляет 777 тыс м² [8]. Эффективная нефтенасыщенная толщина изменяется от 0 до 0,9 м, средневзвешенная ее величина составляет 0,4 м. Обе залежи IX пласта нижнего мела, включают нефтяные и нефтеводяные зоны, разделенные между собой внутренним контуром нефтеносности. Площадь залежи, расположенная в межконтурной зоне больше, чем «сухая» её часть, что характерно для залежей в структурных ловушках, высота которых близка толщине продуктивного пласта. На отдельных участках северной залежи расстояния между внешним и внутренним контурами нефтеносности достигает от 1,5 до 2,0 км [1]. В пределах обеих залежей IX пласт хорошо выдержан по площади. Эффективные толщины составляют около 20,0 м, а эффективные нефтенасыщенные толщины равны 9,0 и 7,0 м, соответственно, на северной и южной залежах. Основные сведения о нефтяных залежах приведены в таблице 1. Коллектор IX пласта поля Озек-Суат поровый, распространен повсеместно и литологически выдержан по площади. Общая толщина пласта изменяется от 13 до 24 м. В 18 % скважин пласт монолитен, в остальных разделен непроницаемым прослоем толщиной от 0,6 до 6,6 м на два проницаемых пропластка [9]. Толщина пропластков изменяется в пределах от 1,2 до 17,5 м. По всему разрезу пласта отмечаются непроницаемые прослои, которые расчленяют его на один – девять пропластков – коллекторов. Коллекторы имеют линзовидное строение. Коэффициент песчаности пласта составляет 0,76.

Нефть К1ПХ пласта высокопарафиновая 19,98 %, малосернистая 0,1 %, малосмолистая 3,62 %. Плотность нефти в стандартных условиях 0,8209 г/см³, кинематическая вязкость – не течет [13]. В залежах нефти верхнемеловых отложений поля Озек-Суат выделяются два участка: северный и центральный. Северный участок залежи нефти I пласта массивные, сложные, состоящие из четырех пропластков, подстилаемые по всей поверхности водой, залегают на глубине 2390 м, имеет размеры – длина 4,6 км, ширина 3,1 км, высота 64 м. Утвержденный ВНК принят наклонным с северо-востока на юго-запад на отметках от минус 2365 до минус 2428 м [10]. Площадь нефтеносности составляет 8354 тыс м². Эффективная нефтенасыщенная толщина изменяется от 0 до 62,5 м, средневзвешенная ее величина составляет 22,4 м [11]. Центральный участок залежи нефти I пласта массивный, залегают на глубине 2390 м, имеет размеры – длина 3 км, ширина 2 км, высота 64 м. Утвержденный ВНК принят наклонным с северо-востока на юго-запад на отметках от минус 2365 до минус 2428 м. Площадь нефтеносности составляет 5002 тыс м². Эффективная нефтенасыщенная толщина изменяется от 0 до 48 м, средневзвешенная ее величина составляет 22,1 м. Верхнемеловая нефть легкая 0,864 г/см³ малосернистая 0,2 %, малосмолистая 0,74 %, парафинистая 7,24 %, содержание светлых фракций до 300 °С – 45,5 % [8]. Температура застывания – 19 °С, температура начала кипения – 83,6 °С. Давление насыщения равно 7,3 МПа, объемный коэффициент – 1,2; газосодержание – 57,1 м³/т; динамическая вязкость – 0,96 мПа × с. Попутный газ жирный, пропан-этанового типа с содержанием метана – 63 % [10]. Коллектор I пласта трещинный, сложен пелитоморфными, мелоподобными, трещиноватыми известняками, выдержан по литологическому составу и толщине. Общая толщина пласта изменяется от 58 до 72 м. Пласт расчленен на пять пропластков (I₁–I₅). Пропластки I₁, I₃, I₅, представленные плотными известняками, на большей части залежи являются неколлекторами и делят пласт на три неравные части [5]. Продуктивный I пласт перекрывается крышкой, представленной известняками датского яруса и аргиллитами нижнего палеоцена. Породы монолитные, плотные, нетрещиноватые. Толщина крышки от 35 до 45 м. Для терригенных пород XIII пласта нижнего мела использованы качественные и количественные критерии: наличие глинистой корки, Кп и др. Крпс, α положительные приращения на микрозондах, величины $8 < \rho_{0,5} \geq \rho_{с\alpha}$ коллекторам относились все пересечения XIII пласта, имеющие 0,73. Однако, какого-либо обоснования по принятию $< 9\%$; НГК \geq Омм; Кп этих параметров не приведено [12]. По XIII₁ пласту при первоначальном подсчете запасов 1964 г. эффективные толщины на этом этапе исследований по данным ГИС выделить не представлялось возможным, поэтому в них условно вносился коэффициент проницаемого коллектора от общей толщины (40 % от общей толщины пласта). Для пластов К₁XIII₁ обоснование граничных количественных критериев для выделения перспективных для дальнейшей обработки

терригенных коллекторов проводилось по прямым признакам ГИС (по совокупности показаний МКЗ и КВ) и результатам испытаний, при этом проводился дополнительный контроль по показаниям других методов при их наличии. В предварительно выделенных интервалах для отложения K_1XIII_1 снимались пс. В результате было принято следующие граничные значения пс – 0,44 для пласта K_1XIII_1 [12].

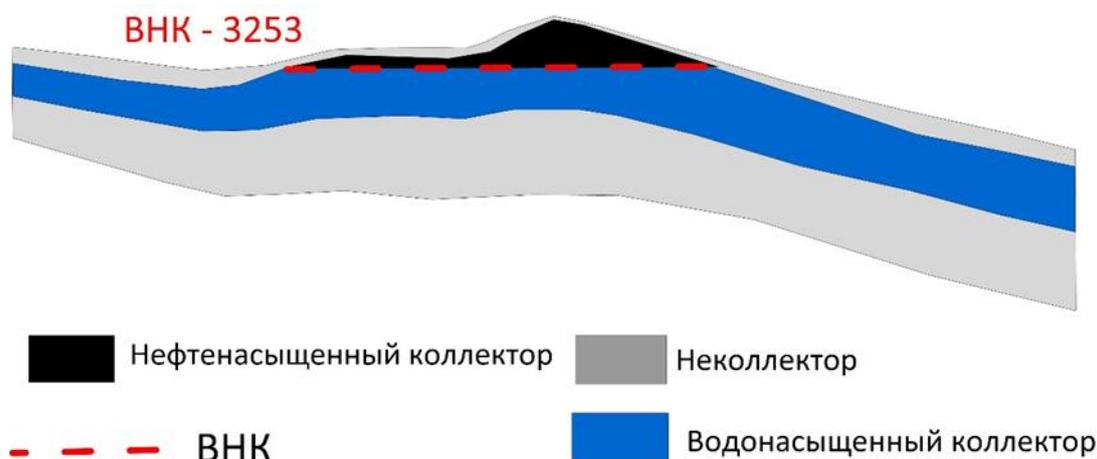


Рисунок 8 – Схема продуктивного пласта K_1XIII_1

Результаты. Промышленные притоки нефти на месторождении Озек-Суат получены из V_{1-2} , V_{3-6} , VI пластов среднеюрских отложений. Нефти в средней юре отличаются высоким содержанием парафина. Коллектор представлен терригенными породами по фильтрационно-емкостным свойствам относится к среднему классу. На месторождении Озек-Суат из 13 песчаных пластов нижнего мела промышленные притоки нефти имеют только 5 пластов, которые в себя включают: 4 пласта нижнего мела – $XIII_1$, $XIII_2$, $XIII_3$, IX и 1 пласт верхнего мела I. Два пропластка нижнего мела сливаются в одну зону и формируют природный резервуар K_1XIII_{2+3} с единой гидродинамической системой. В верхнемеловых отложениях продуктивным является K_2I пласт (маастрихтские отложения). Пласт отличается высокой выдержанностью по литологическому составу и толщине. Также отличительной особенностью пласта является его высокая начальная обводненность, которая составляет 98 %. Основным продуктивным нефтегазоносным комплексом является хадумско-белоглинский комплекс (нижний олигоцен – верхний эоцен). Объединение хадумской и белоглинской свит обосновано тем, они имеют идентичные коллекторские свойства пород, характеры нефтенасыщенности, свойства нефти, промышленные ценности нефтескоплений. Хадумскобелоглинский комплекс относительно выдержан по литологическому составу и толщине. На основе данных нефтеносности на месторождении Озек-Суат в пределах площадей Озек-Суат, Приграничное и

Южный Озек-Суат выделяются 11 продуктивных пластов, которые включают в себя: хадумскую свиту, пласт I верхнего мела, пласты XIII₂₊₃, XIII₁, IX нижнего мела, пласты V₁₋₂, V₃₋₆, VI средней юры, представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Продуктивные пласты месторождения Озек-Суат

№№ п/п	Стратиграфическое положение	Литология	Тип коллектора	Индекс пласта
1	<i>Палеоген</i> Хадумская свита	Глины Известняки	Листовато- плитчато-трещинный	Р ₃ hd
2	<i>Верхний мел</i> Маастрихтский ярус	Известняки	Трещинный	K ₂ I (K ₂ m)
3	<i>Нижний мел</i> Барремский ярус	Песчаники Алевролиты	Поровый	K ₁ IX
4	<i>Нижний мел</i> Берриаский ярус	Песчаники	Поровый	K ₁ XIII ₁
5	<i>Нижний мел</i> Берриаский ярус	Песчаники	Поровый	K ₁ XIII ₂₊₃
6	<i>Средняя юра</i> Байосский ярус	Песчаники Гравелиты	Поровый	J ₂ V ₃₋₆
7	<i>Средняя юра</i> Байосский ярус	Песчаники Гравелиты	Поровый	J ₂ VI
<i>Поле Приграничное</i>				
8	<i>Нижний мел</i> Барремский ярус	Песчаники Алевролиты	Поровый	K ₁ IX
9	<i>Средняя юра</i> Байосский ярус	Песчаники Гравелиты	Поровый	J ₂ V ₁₋₂
9	<i>Средняя юра</i> Байосский ярус	Песчаники Гравелиты	Поровый	J ₂ V ₃₋₆
<i>Поле Южный Озек-Суат</i>				
10	<i>Палеоген</i> Хадумская свита Белоглинская свита	Глины Известняки	Листовато- плитчато-трещинный	Р ₂₋₃ hd -bl
11	<i>Нижний мел</i> Берриаский ярус	Песчаники	Поровый	K ₁ XIII ₁

По проведенной сравнительной характеристике продуктивных пластов был сделан вывод, что V пласт разделяется на две части непроницаемыми глинистыми породами толщиной от 7 до 17 м. Верхняя часть присутствует в виде монолитного или слабо расчлененного V₃₋₆ пласта толщиной до 45 м. Нижний V₁₋₂ пласт имеет толщину от 12 до 16 м. Залежь нефти V₃₋₆ пласта поля Озек-Суатс – сводовая, залегает на глубине 3317 м, имеет размеры – длина 2 км, ширина 1,4 км, высота 11 м. Средняя толщина проницаемых пропластков расчлененного резервуара равна 6,1 м, пределы изменения от 0,7 до 22,1 м. Эффективная

толщина пласта изменяется в пределах от 0,7 до 44,3 м, составляет в среднем 14,8 м, коэффициент песчаности резервуара – 0,55. Продуктивные пласты меловых отложений распространены на всей площади месторождения, выдержаны по литологическому составу, толщине и повсеместно в своем разрезе содержат коллекторы. Общая толщина пластов изменяется в пределах от 22,3 до 42,1 м и составляет в среднем 28,5 м. Проницаемость коллекторов IX пласта нижнемеловых отложений составляет: среднее значение – 120×10^{-3} мкм². По емкостным и фильтрационным свойствам породы IX пласта, по классификации А.А. Ханина, относятся к коллекторам среднего класса. Эффективная толщина пласта изменяется в пределах от 0,5 до 9,7 м, в среднем составляет 2,4 м, коэффициент песчаности резервуара 0,48. Залежь пластовая, сводовая, литологически-экранированная. Залегаёт на глубине 3260 м, имеет размеры – длина 4 км, ширина 1,5 км, высота 2 м. Размеры залежи контролируются ВНК, определенным на абсолютной отметке минус 3253 м, представлено на рисунке 9.

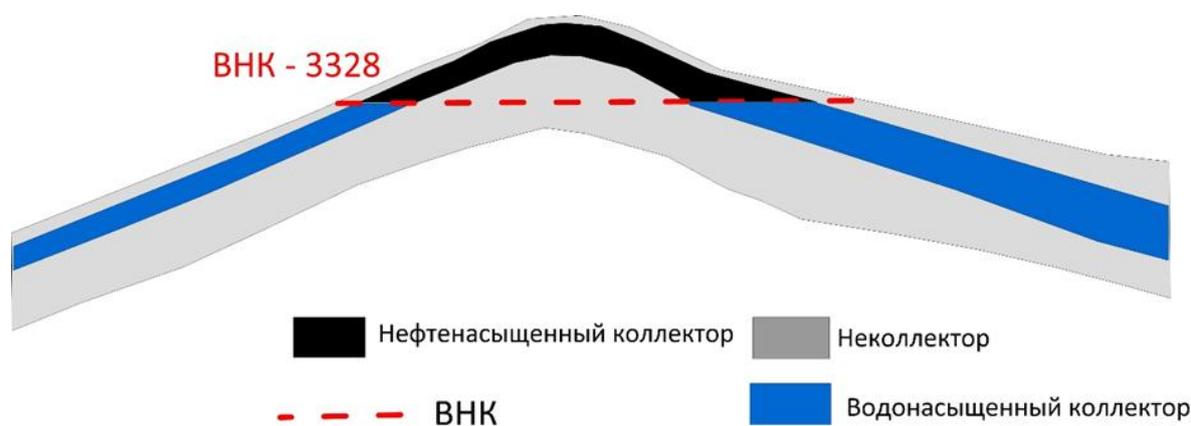


Рисунок 9 – Схема залежи пласта V₃₋₆

Также нефтеносность хадумско-белоглинского комплекса отложений нефтяного месторождения Озек-Суат была установлена при разведке при совместном их опробовании в большинстве скважин. Несмотря на существенное различие хадумских и белоглинских отложений по литологическому составу, они были объединены в один продуктивный объект. Причинами послужили одинаковые очень низкие коллекторские свойства пород и одинаковой, низкой промышленной ценности нефтескоплений хадумской и белоглинской свит. Отложения хадумской свиты, распространены по площади месторождения повсеместно и отличаются четко выраженным трехчленным делением: верхняя часть (над остракодовым пластом), остракодовый пласт, нижняя часть (под остракодовым пластом). Верхняя и нижняя части хадумской свиты представлены глинами с прослоями мергелей. Остракодовый пласт представлен известняками, мергелями с прослоями глин, толщина его от 1,2 до 2,4 м, среднее значение 1,5 м. Остракодовый пласт на большей части площади, по-видимому, является

относительным экраном. Эффективная нефтенасыщенная емкость коллекторов хадумской свиты представлена вторичными пустотами – трещинами, межлистоватыми пространствами. На прилегающей площади Южной Озек-Суат проницаемость этой свиты по данным гидродинамических исследований скважин составляет 2×10^{-3} мкм². Коллекторы хадумско-белоглинского комплекса относятся к классу очень слабопроницаемых. Пористость хадумской свиты в среднем составляет 0,0082. Характеристика коллекторских свойств и нефтенасыщенности хадумской свиты представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика коллекторских свойств и нефтенасыщенности хадумской свиты на площади Южный Озек-Суат

Наименование	Проницаемость, 10^{-3} мкм ²	Пористость, доли ед.	Начальная нефтенасыщенность, доли ед.
	Юж.Озек-Суат chdP	Юж.Озек-Суат chdP	Юж.Озек-Суат chdP
Общее значение	2	–	1
Среднее значение	0,001–0,01	0,0082	–
Интервал изменения	–	0,0203–0,0584	–

Отложения белоглинской свиты литологически выдержаны, однородны (глинистые известняки, мергели) и также распространены по всей площади месторождения. По результатам опробования скважин на примыкающих площадях (Южная, Южный Озек-Суат) проницаемые пропластки отмечаются в верхней и нижней частях отложений. Общая толщина отложений хадумской свиты изменяется в пределах от 15 до 48 м, в среднем составляет 27,07 м. Общая толщина белоглинской свиты от 19 до 30,0 м, среднее значение 27,7 м. В целом для хадумско-белоглинского комплекса отложений общая толщина изменяется в пределах от 43 до 67 м и составляет в среднем 54,8, представлено на рисунке 10.



Рисунок 10 – Общая толщина хадумско-белоглинского продуктивного комплекса поля Озек-Суат

Выводы. Таким образом, проанализировав геологическую изученность района месторождения, геологическое строение, нефтегазоносность месторождения и характеристики продуктивных пластов можно сделать выводы.

1) В плане геологической изученности на территории были проведены большие объемы геофизических и поисково-разведочных исследований, в результате которых были выявлены такие структуры как поднятие Озек-Суат, Пригриничное и Южный Озек-Суат.

2) В плане геологического строения на территории вскрыт широкий стратиграфический диапазон, охватывающий палеозойский, мезозойский и кайнозойский возрасты.

3) По тектоническому строению Озек-Суатское поднятие классифицируется, как изометричная структура. Формирования Озек-Суатской структуры началось в лейасовом времени. В поздних периодах геологического развития Озек-Суатское поднятие характеризовалось устойчивым, унаследованным развитием.

4) К настоящему времени в пределах Озек-Суатского месторождения основными нефтегазоносными комплексами являются: среднеюрский, нижнемеловой, верхнемеловой и верхнеэоценовый-нижнеолигоценый комплексы. Продуктивные пласты имеют преимущественно пластовый, сводовый и литологически-экранированный типы залежей.

5) На основе данных химических свойств нефти были отнесены к метанонафтеновому типу, по составу являются преимущественно парафинистыми.

6) Растворенный газ относится к метановому типу.

В сравнительной характеристике продуктивных пластов была проанализирована литология пластов-коллекторов и было определено, что коллекторами выступают песчаники, алевролиты, глины, известняки, и пласты

имеют как поровый, так и листовато-плитчато-трещинный и трещинный тип коллектора. На основе данных фильтрационно-емкостных свойств пласты коллекторы были разделены на классы по классификации А.А. Ханина. Среднеюрские и нижнемеловые продуктивные пласты относятся к коллектору среднего класса, верхнемеловые относятся к пониженному классу, палеогеновые относятся к слабопроницаемому классу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пересчет запасов нефти и газа, и ТЭО КИН месторождения Озек-Суат; отчет / исп. В.Г. Мирошкин В.Г. Краснодар: 2014. 421 с.
2. Тектоника и нефтегазоносность Северного Кавказа. / А.И. Летавин, В.Е. Орел, С.М. Чернышов [и др.]. Москва: Наука, 1987. 95 с.
3. Хаин В.Е. Общая геотектоника / В.Е. Хаин. Москва: Недра, 1973. 512 с.
4. Отчет по разведке нефтяного месторождения Озек-Суат и подсчету запасов по хадумско-белоглинскому продуктивному комплексу палеогеновых отложений, IX и XIII продуктивным пластам нижнемеловых отложений и V продуктивному пласту среднеюрских отложений: отчет / рук. М.Н. Сосон. Грозный: ГрозНИИ, 1964. 182 с.
5. Брайловский А.Л. Повышение эффективности геофизических исследований скважин для изучения сложных карбонатных коллекторов на примере верхнемеловых отложений Прикумской системы поднятий: специальность 04.00.12 «Геология, поиски и разведка горючих ископаемых»: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолога – минералогических наук / Брайловский Александр Леонидович; Институт нефти и газа. Грозный, 1985. 118 с.
6. Гусаков Н.Д. Определение коэффициентов нефтегазонасыщения и пористости песчаников по результатам электрического каротажа скважин / Н. Д. Гусаков // Прикладная геофизика. 1965. Вып. 45. 116 с.
7. Пересчет запасов нефти и растворенного газа, и ТЭО КИН месторождения Озек-Суат: отчет / исп. М.В. Нелепов. Краснодар: 2013. 127 с.
8. Пересчет запасов нефти и газа и ТЭО КИН Озек-Суатского месторождения: отчет / исп. Е.В. Кудин. Ставрополь, 2011. 146 с.
9. Совершенствование методики выделения коллекторов в терригенных и карбонатных породах и оценка их насыщения по промыслово-геофизическим материалам Восточного Ставрополя: отчет / рук. М.С. Плотников. Пятигорск: СФСевКавНИПИнефть, 1977. 131 с.
10. Чепак Г.Н. Коллекторские свойства карбонатных пород триаса и верхнего мела Восточного Ставрополя. // Нефтегазовая геология и геофизика. 1980. № 12. С. 6–9.

11. Гудок Н.С. Определение физических свойств нефтеводосодержащих пород: учебное пособие / Н.С. Гудок, Н.Н. Богданович, В.Г. Мартынов. Москва: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. 592 с.
12. Бадалов Г.И. Выделение нефтеносных пластов по диаграммам геофизических исследований: учебное пособие / Г.И. Бадалов, Р.М. Каримова. Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2009. 48 с.
13. Ликов А.Г. Пересчет запасов нефти и растворенного газа месторождения Озек-Суат / А.Г. Липков, М.В. Нелепов: ООО «НК «Роснефть» – Ставропольнефтегаз». Ставрополь, 2001. 274 с.

REFERENCES

1. Recalculation of oil and gas reserves, and feasibility study of oil recovery factor of the Ozek-Suat field; report/sp. V.G. Miroshkin V.G. Krasnodar: 2014. 421 p.
2. Tectonics and oil and gas potential of the North Caucasus. / A.I. Letavin, V.E. Orel, S.M. Chernyshov [and others]. Moscow: Nauka, 1987. - 95 p.
3. Khain V.E. General geotectonics / V.E. Hain. Moscow: Nedra, 1973. - 512 p.
4. Report on exploration of the Ozek-Suat oil field and calculation of reserves for the Khadum-Beloglinsky productive complex of Paleogene deposits, IX and XIII productive layers of Lower Cretaceous deposits and V productive layer of Middle Jurassic deposits: report / hand. M.N. Soson. Grozny: GrozNII, 1964. 182 p.
5. Brailovsky A.L. Increasing the efficiency of geophysical research of wells for studying complex carbonate reservoirs using the example of Upper Cretaceous deposits of the Prikumskaya uplift system: specialty 04.00.12 «Geology, prospecting and exploration of combustible minerals»: dissertation for the scientific degree of candidate of geological and mineralogical sciences / Brailovsky Alexander Leonidovich; Institute of Oil and Gas. Grozny, 1985. 118 p.
6. Gusakov N.D. Determination of oil and gas saturation coefficients and porosity of sandstones based on the results of electrical logging of wells / N. D. Gusakov // Applied Geophysics. 1965. Issue 45. 116 p.
7. Recalculation of oil and dissolved gas reserves, and feasibility study of oil recovery factor of the Ozek-Suat field: report/app. M.V. Nelepov. Krasnodar: 2013. 127 p.
8. Recalculation of oil and gas reserves and feasibility study of oil recovery factor of the Ozek-Suat field: report/app. E.V. Kudin. Stavropol, 2011. 146 p.
9. Improving the methodology for identifying reservoirs in terrigenous and carbonate rocks and assessing their saturation using field geophysical materials of the Eastern Stavropol region: report / manual. M.S. Plotnikov. Pyatigorsk: SFSevKavNIPIneft, 1977. 131 p.
10. Chepak G.N. Reservoir properties of carbonate rocks of the Triassic and Upper Cretaceous of Eastern Stavropol. // Oil and gas geology and geophysics. 1980. No. 12. Pp. 6–9.

11. Gudok N.S. Determination of physical properties of oil-water-containing rocks: textbook / N.S. Gudok, N.N. Bogdanovich, V.G. Martynov. Moscow: Nedra-Business Center LLC, 2007. 592 p.
12. Badalov G.I. Identification of oil-bearing strata based on geophysical survey diagrams: textbook / G.I. Badalov, R.M. Karimova. Almet'yevsk: Almet'yevsk State Oil Institute, 2009. 48 p.
13. Likov A.G. Recalculation of oil and dissolved gas reserves of the Ozek-Suat field / A.G. Lipkov, M.V. Nelepov: LLC NK Rosneft - Stavropol'neftegaz. Stavropol, 2001. 274 p.

Сведения об авторах:

Донцова Ольга Леонидовна – кандидат географических наук, доцент кафедры нефтяная геология, гидрогеология и геотехника, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет». E-mail: doncovaol@mail.ru. ORCID: 0009-0001-9072-9481.

Панина Ольга Владимировна – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры нефтяной геологии, гидрогеологии и геотехники, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет». E-mail: panina_olga@inbox.ru. ORCID: 0009-0009-0667-4026.

Author's personal details:

Dontsova Olga Leonidovna – candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Petroleum Geology, Hydrogeology and Geotechnics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kuban State University. Email: doncovaol@mail.ru. ORCID: 0009-0001-9072-9481

Panina Olga Vladimirovna – candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Petroleum Geology, Hydrogeology and Geotechnics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kuban State University. Email: panina_olga@inbox.ru. ORCID: 0009-0009-0667-4026.

© Донцова О.Л., Панина О.В.

РОЛЬ ГЛУБИННЫХ ФЛЮИДОВ В ФОРМИРОВАНИИ РЕЗЕРВУАРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ В ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СКИФСКО- ТУРАНСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

© Попков Василий Иванович, © Попков Иван Васильевич,

© Дементьева Ирина Евгеньевна

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»,

г. Краснодар, Российская Федерация

Аннотация. По мере освоения верхних горизонтов осадочных бассейнов внимание геологоразведочных организаций все больше привлекают отложения, залегающие на больших глубинах. Несмотря на то, что во многих нефтегазоносных регионах мира уже открыты скопления углеводородов в глубоководных комплексах, остается много не решенных вопросов, касающихся условий формирования в них залежей нефти и газа. В условиях значительных глубин, в результате воздействия высоких давлений и температур, породы утратили свои первичные емкостно-фильтрационные свойства. Развитые здесь резервуары носят в большинстве случаев вторичный характер. По поводу их генезиса остается много вопросов. Изучение гидрогеологических особенностей нижних структурных этажей нефтегазоносных осадочных бассейнов Скифско-Туранской платформы показало, что в отличие от перекрывающих отложений они обладают рядом характерных черт, позволяющих говорить об особых гидрогеохимических и гидродинамических условиях этих комплексов, определяемых, прежде всего, вторичным характером их фильтрационно-емкостных свойств. Водонасыщенность матрицы пород, очаговый характер развития вторичных коллекторов на фоне крайне низкой проницаемости окружающих толщ делают невозможным развитие элизионных потоков. Это обуславливает высокую чувствительность нижнего этажа к различным компрессионным процессам, в том числе обусловленным вторжением глубинных высокоэнергетических флюидных потоков. Инъекция флюидов сопровождается разуплотнением низкопроницаемых толщ, образованием дополнительных трещин, формированием вторичных пустот метасоматического происхождения. В результате образуются вторичные резервуары сложной морфологии, заполняемые углеводородами. Совпадение в плане гидрогеохимических и гидродинамических аномалий, участков вторичных коллекторов с отчетливыми следами метасоматоза и связанными с ними скоплениями нефти и газа свидетельствуют об их генетической взаимосвязи. Строение резервуаров нефти и газа, а также сопутствующих им гидрогеологических аномалий рассмотрено на примере хорошо изученных триасовых месторождений углеводородов Южного Мангышлака.

Ключевые слова: глубокозалегающие комплексы, глубинные флюиды, нефтегазоносность.

Для цитирования: **Попков В.И., Попков И.В., Дементьева И.Е.** Роль глубинных флюидов в формировании резервуаров углеводородов в триасовых отложениях Скифско-Туранской платформы // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2023. №4. С. 99-112. DOI 10.24412/2949-4052-2023-4-99-112.

THE ROLE OF DEEP FLUIDS IN THE FORMATION OF HYDROCARBON RESERVOIRS IN THE TRIASSIC SEDIMENTS OF THE SCYTHIAN-TURANIAN PLATFORM

© Popkov Vasily Ivanovich, © Popkov Ivan Vasilyevich,
© Dementieva Irina Evgenievna

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Kuban State University", Krasnodar, Russian Federation

Summary. With the development of the upper horizons of sedimentary basins, the attention of geological exploration organizations is increasingly attracted by deposits lying at great depths. Despite the fact that accumulations of hydrocarbons in deep-submerged complexes have already been discovered in many oil and gas-bearing regions of the world, there are many unresolved issues concerning the conditions for the formation of oil and gas deposits in them. In conditions of considerable depths, as a result of exposure to high pressures and temperatures, rocks have lost their primary reservoir-filtration properties. The reservoirs developed here are in most cases secondary in nature. There are many questions about their genesis. The study of the hydrogeological features of the lower structural floors of the oil and gas-bearing sedimentary basins of the Scythian-Turanian platform has shown that, unlike the overlapping deposits, they have a number of characteristic features that allow us to speak about the special hydrogeochemical and hydrodynamic conditions of these complexes, determined primarily by the secondary nature of their filtration-capacitance properties. The water saturation of the rock matrix, the focal nature of the development of secondary reservoirs against the background of extremely low permeability of the surrounding strata make it impossible to develop elysium flows. This causes the high sensitivity of the lower floor to various compression processes, including those caused by the intrusion of deep high-energy fluid flows. Fluid injection is accompanied by decompression of low-permeable strata, the formation of additional cracks, the formation of secondary voids of metasomatic origin. As a result, secondary reservoirs of complex morphology are formed, filled with hydrocarbons. The coincidence in terms of hydrogeochemical and hydrodynamic anomalies, areas of secondary reservoirs with distinct traces of metasomatism and associated accumulations of oil and gas indicate their genetic relationship. The structure of oil and gas reservoirs, as well as accompanying hydrogeological anomalies, is considered on the example of well-studied Triassic hydrocarbon deposits of Southern Mangyshlak.

Key words: deep-lying complexes, deep fluids, oil and gas potential.

Введение. Коллекторские свойства пород в условиях больших глубин в подавляющем большинстве случаев являются вторичными и имеют метасоматическую природу. Площадь участков их развития в рассмотренных ранее примерах строения конкретных месторождений УВ [1-5] укладывается в размеры антиклинальных структур, что отражает, по нашему мнению, масштабы латеральной составляющей воздействия агрессивных флюидов на триасовые отложения Скифско-Туранской платформы. Это влияние обусловлено [2, 4, 6, 7], во-первых, повышенной (для стратисферы) энергетикой глубинных инверсионных вод, а во-вторых, их активным и многогранным физико-химическим воздействием на породы. Первое является фактором формирования

гидродинамических аномалий с их активной деформирующей ролью. Второе – сочетанием аномально низкой вязкости газоводяных систем критического состояния, связанных постепенными переходами с перегретыми маломинерализованными водами, их повышенной агрессивностью по отношению к практически всем минеральным компонентам пород.

Литокатагенные подземные воды (рассолы хлоркальциевого типа) находятся в квазиравновесном состоянии с вмещающими породами. При вторжении в эту флюидопородную систему перегретых маломинерализованных вод с высоким щелочным резервом и с повышенными парциальными давлениями кислых газов происходит растворение карбонатных, силикатных и кремнеземных минеральных фаз. В данном случае деформационное разуплотнение пород сочетается с активным метасоматическим разуплотняющим эффектом [7-9], определяя формирование и морфологию резервуаров нефти и газа.

Результаты исследований. Сделанные выше заключения находятся в соответствии с известными данными о строении триасовых резервуаров и залежей углеводородов (УВ). Так, лабораторные исследования керна материала показали [10], что в продуктивной вулканогенно-карбонатной толще триаса Мангышлака присутствуют трещинные, порово-трещинные и каверново-поровый типы коллекторов. Матрицей трещинных коллекторов являются участки породы, лишенные трещин. Проницаемость водонасыщенной матрицы имеет крайне низкие значения, не превышающие 0.01×10^{-3} мкм². Емкостью порово-трещинных коллекторов служат первичные и вторичные пустоты. Вторичные коллекторы приурочены к участкам наложенной доломитизации, т.е. имеют метасоматическую природу. Аналогичное происхождение имеют и каверново-поровые коллекторы, связанные с кавернозными доломитами.

Характерно, что в прослоях кристаллических и пелитоморфных известняков присутствуют реликты раковин микроорганизмов, оолитов, карбонатных обломков. Реликты первичной органической, оолитовой или обломочной структур сохранились и в доломитах, карбонатно-кремнистых породах. Последние являются продуктом интенсивного окремнения известняков и доломитов. Определенная часть объема вторичных пустот (тупиковые части трещин, трещины с раскрытостью менее 2 мкм²) занята остаточной водой. Коллекторы трещинного типа присутствуют во всех типах пород [4, 10].

Установлено, что горизонты вторичных коллекторов, развитых в различных литологических разностях пород, образуют в триасовом разрезе месторождений единый резервуар сложной морфологии [10]. Средние значения трещинной пористости при этом сохраняются независимо от исходного состава пород. Изменение мощности каверновых коллекторов происходит за счет замещения, а не выклинивания кавернозных пород, о чем свидетельствует постоянство мощности продуктивных пачек. Положение водонефтяных и

газоводяных контактов достоверно не обосновано ни по одной залежи как методами промысловой геофизики, не позволяющими оценить характер насыщения коллекторов, так и результатами опробования ввиду отсутствия объектов, из которых получены притоки пластовой воды ниже границы залежей.

Изложенное выше может быть продемонстрировано на примере хорошо изученного Северо-Ракушечного газоконденсатного месторождения, располагающегося в пределах Песчаномыско-Ракушечной зоны сводовых поднятий Южно-Мангышлакского прогиба. Месторождение является типичным и наиболее наглядным примером вертикально-инъекционного внедрения глубинных агрессивных флюидов, сопровождающегося формированием гидрохимических и гидродинамических аномалий, а также сопутствующих им процессов эпигенетического порообразования в глубокопогруженных комплексах пород.

Месторождение Северо-Ракушечное прилегает с юго-востока к взбросо-сдвигу северо-восточного простирания. Газоконденсатные залежи приурочены к вулканогенно-карбонатной толще среднего триаса (залежи А и Б). Зона разуплотнения проходит через свод поднятия. К ней приурочены наиболее опресненные воды сульфат-натриевого типа с минерализацией 15,7–20,1 г/л (рисунок 1).

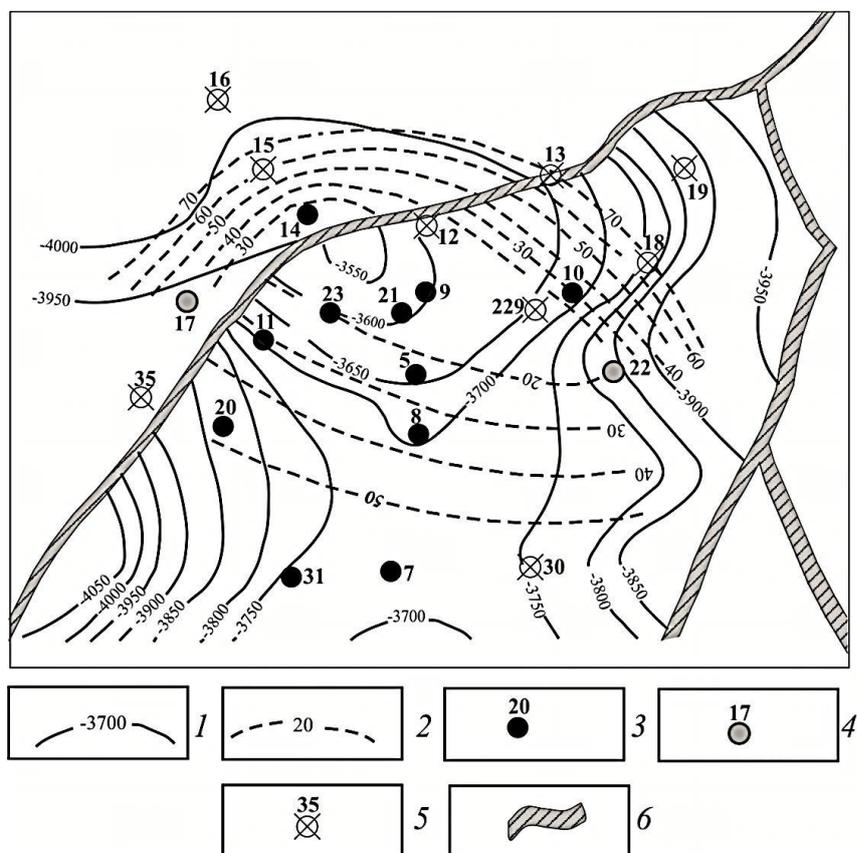


Рисунок 1 – Схема гидрохимической зональности месторождения Северо-Ракушечное [10], где: 1 – изогипсы по кровле пласта “А”; 2 – изоминеры, г/л; 3–5 – скважины:

3 – продуктивные, 4 – с непромышленным притоком, 5 – ликвидированные;
6 – разломы по данным сейсморазведки

По мере удаления к крыльям поднятия возрастает минерализация вод до 62–73 г/л, тип их переходит в хлоркальциевый, отношение r_{Na}/r_{Cl} снижается до 0,53–0,73 (скв. 13, 15, 18), достаточно быстро приближаясь к законтурным высокоминерализованным водам. То есть здесь мы имеем четко выраженную геохимическую аномалию.

Аналогичная ситуация наблюдается и с гидродинамическими параметрами. В присводовой части фиксируются и высокие значения коэффициента негидростатичности ($K_{нг}$), достигающие 1,1–1,4 (рисунок 2) при уменьшении к крыльям до 0,94–0,97 (скв. 18, 30), приближаясь к фоновым значениям. При росте минерализации пластовых вод от свода структуры к крыльям на фоне снижения $K_{нг}$ проявляется строгая взаимосвязь между минерализацией и $K_{нг}$ (рисунок 3), что свидетельствует об их генетической взаимосвязи.

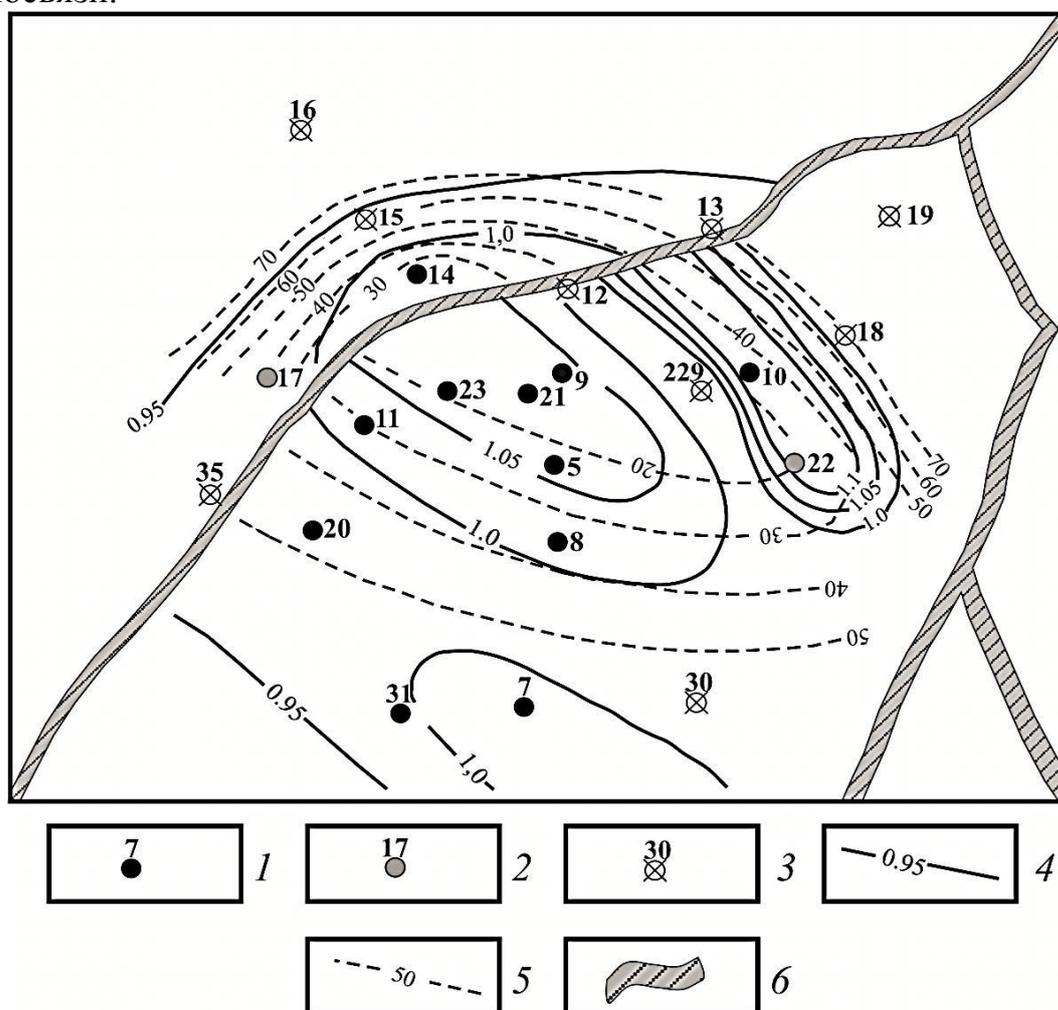


Рисунок 2 – Схема гидродинамической зональности месторождения Северо-Ракушечное [10],

где: 1–3 – скважины: 1 – продуктивные, 2 – с непромышленным притоком, 3 – ликвидированные; 4 – изолинии $K_{нг}$; 5 – изоминеры, г/л; 6 – разломы по данным сейсморазведки

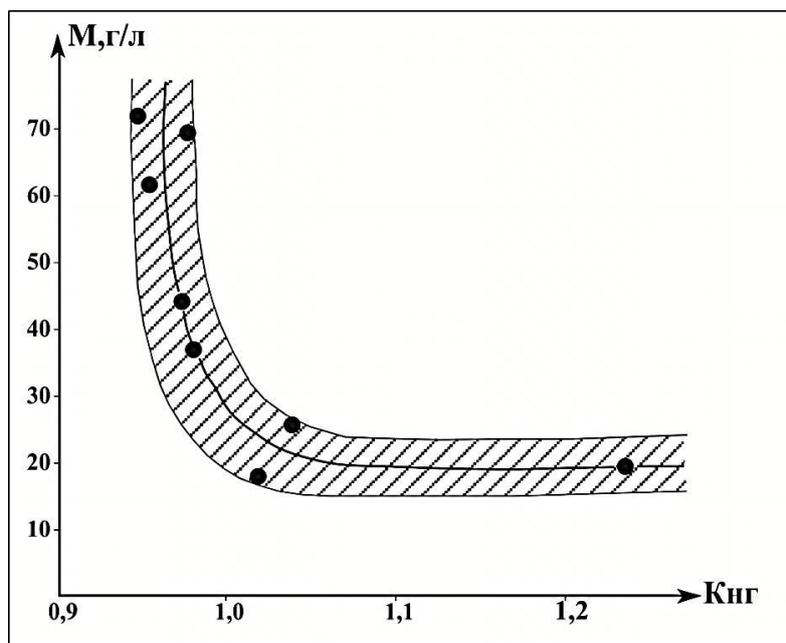


Рисунок 3 – Связь минерализации пластовых вод карбонатного пласта “А” и коэффициента негидростатичности $K_{нг}$ – месторождение Северо-Ракушечное [8].

Таким образом, приведенные выше материалы свидетельствуют о том, что гидрохимическая, гидродинамическая аномалии и их площадная зональность, величина $K_{нг}$ тесно связаны со структурным планом месторождения. При удалении от свода к крыльям с увеличением глубины кровли коллектора происходит уменьшение величины $K_{нг}$ как в пределах основной залежи, так и в опущенном северо-западном блоке, причем, как можно видеть на рисунок 4, градиент в целом для залежи остается единым.

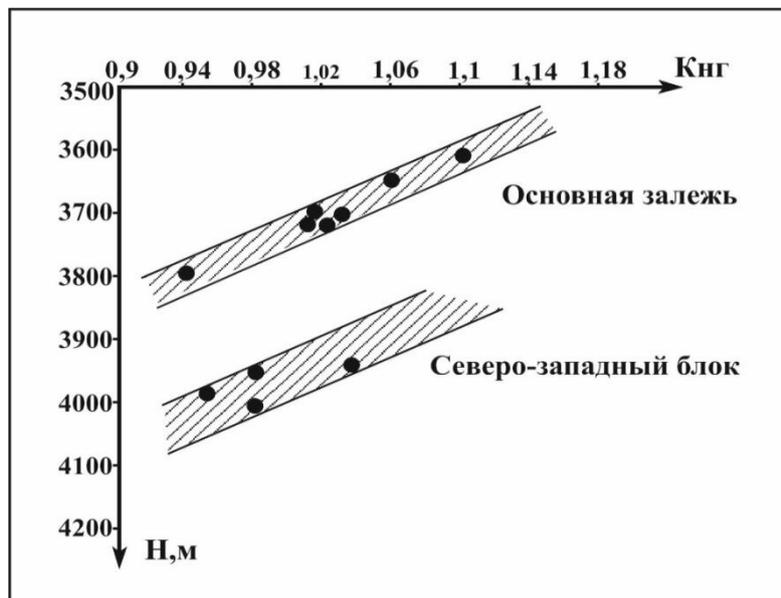


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента негидростатичности $K_{нг}$ от отметки кровли карбонатного пласта “А” – месторождение Северо-Ракушечное [4]

Составленные карта толщин карбонатного пласта T_2-A и карта эффективных и газонасыщенных толщин коллектора Северо-Ракушечного месторождения имеют высокий элемент подобия, что может свидетельствовать о связи процессов выщелачивания известняков, их доломитизации (гидрохимический эпигенез и метасоматоз) и насыщения сформировавшейся эффективной емкости УВ [10].

Приведенный выше материал указывает на то, что наибольшее воздействие агрессивных (углекислых) флюидов испытали породы в присводовой части структуры, подверженной деформациям растяжения, приводящим к образованию участков повышенной тектонической трещиноватости в низкопроницаемых отложениях. Процессы выщелачивания образуют емкость резервуара, заполняемого мигрирующими флюидами, обладающими высоким газосодержанием. Все это сопровождается формированием контрастных гидродинамических аномалий, пространственно совпадающих с зонами максимальных значений эффективных газонасыщенных мощностей каверновых коллекторов (рисунок 5).

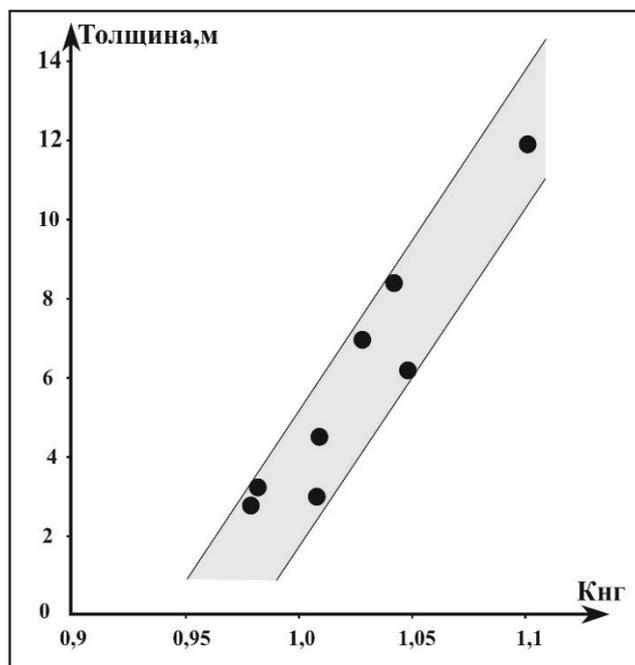


Рисунок 5 – Месторождение Северо-Ракушечное. Связь коэффициента негидростатичности и эффективных толщин карбонатного пласта “А” [4]

С удалением от каналов внедрения флюидальной системы и ареала их внутрипластовой разгрузки происходит не только выравнивание пластовых давлений и гидрохимического фона, но и исчезновение эффективной емкости пород на фоне перехода доломитов и доломитизированных известняков, контролирующей залежь, в практически лишенную проницаемости матрицу, представленную известняками. Незатронутые процессами выщелачиванием известняки вне контура нефтегазоносности (матрица), характеризуются значением удельного веса около $2,68 \text{ г/см}^3$, в то время как внутри контура среднее значение плотности доломитизированных разностей коллектора составляет $2,78 \text{ г/см}^3$. То есть процесс доломитизации сопровождается повышением плотности вступивших в реакцию известняков, в результате чего формируется дополнительная емкость.

Совпадение в плане гидрогеохимических и гидродинамических аномалий, участков коллекторов с более высокими емкостными параметрами, их мозаичный, очаговый характер, отчетливые следы метасоматоза установлено и для других месторождений в триасовом разрезе молодой платформы [2, 4, 8-10], что свидетельствуют об их генетической взаимосвязи. На основании этого может быть сделан вывод, что формирование вторичных коллекторов, залежей УВ, гидрогеологических аномалий месторождений в низкопроницаемом триасовом разрезе является следствием проявления единого природного процесса, связанного с вторжением глубинных высокоэнергетичных агрессивных флюидов.

При затруднении дальнейшего продвижения вверх флюидов, находящихся под высоким давлением, происходит гидравлический удар, приводящий к раскрытию трещин в противостоящих пластах, в которые и поступает водно-нефтяная смесь. Этот процесс сопровождается разуплотнением низкопроницаемых толщ, образованием дополнительных трещин, формированием вторичных пустот метасоматического происхождения. Такие породы, залегающие среди более плотных и менее трещиноватых разностей, были названы улучшенными коллекторами, или коллекторами в зонах разуплотнения [3-5], образуют пространственно замкнутые резервуары сложной морфологии, заполняемые УВ. Соответственно, в условиях (квази)закрытой гидродинамической системы при локализации скоплений нефти и газа структурный фактор (наличие антиклинали) не является определяющим.

Каналы миграции глубинных флюидов четко фиксируются современными методами сейсморазведки [11, 12]. Трассерами восходящих потоков (супер)глубинных флюидов могут служить разнообразные по составу частицы самородных металлов, природных сплавов и интерметаллидов [13], обнаруженных в метасоматических коллекторах многих месторождений.

И еще одно наблюдение, указывающее на присутствие в доюрском разрезе глубинных вод. В пределах многих структур Восточно-Предкавказского и Южно-Мангышлакского нефтегазоносных бассейнов установлены контрастные гидрохимические аномалии, характеризующиеся резким (до двух порядков) возрастанием содержания рубидия, цезия, стронция, а в некоторых случаях и йода, независимо от изменения минерализации и микрокомпонентного состава пластовых вод [14]. Показано, что их образование тесно взаимосвязано с поступлением глубинных флюидов ювенильной или метаморфогенной природы. Увеличение концентраций цезия и рубидия на 1–2 порядка в триасовых и палеозойских водах по сравнению с пластовыми рассолами свидетельствует о нахождении источника этих металлов вне области формирования химического состава подземных вод, так как в противном случае должна наблюдаться связь между изменениями содержаний микрокомпонентов с минерализацией и макрокомпонентами этих вод. В зонах развития контрастных гидрохимических аномалий связи между этими величинами отсутствуют [14].

Контрастные гидрохимические аномалии характерны только для доюрской части разреза нефтегазоносных бассейнов, в то время как для вышележащих отложений платформенного чехла свойственна сравнительная однородность микро- и макрокомпонентного состава пластовых вод. Исключением является структура Стальская Восточно-Предкавказского нефтегазоносного бассейна, где осадочные отложения доюрского возраста отсутствуют в разрезе и на породах фундамента залегают платформенные образования.

При изучении характера изменения отношений микро- и

макрокомпонентов пластовых вод нефтегазоносного бассейна Скифско-Туранской платформы было установлено, что наиболее отчетливую тенденцию к накоплению с глубиной относительно всех исследуемых компонентов проявляют цезий и литий, при этом общий зональный ряд накопления элементов (снизу-вверх) следующий: Li–Cs–Sr–B–Ca–J–Br–Cl–Mg–HCO₃ [14]. Изменение парных отношений с глубиной чаще всего носит инверсионный характер. Например, в юрско–меловом разрезе отмечается монотонное увеличение с глубиной коэффициентов Rb/Li, Cs/Li при резком снижении этих отношений в отложениях доюрского комплекса пород.

Кроме того, для вод доюрского разреза парное отношение Li:Rb:Cs обычно составляет 100:6:7, что невозможно объяснить процессами седиментационного выщелачивания пород. Данное соотношение не коррелирует ни с минерализацией вод, ни с температурным режимом, а цезий и литий не контролируются равновесием системы вода–минерал. Более того, характер поведения редких щелочей в растворе, в частности, отношение Rb/Cs:K/Rb имеет близкие значения для хода развития пегматитового процесса [14].

Инверсионная зональность химического состава подземных вод Восточно-Предкавказского и Южно-Мангышлакского нефтегазоносного бассейна находит отражение в изотопном составе водорода. Если воды юрских горизонтов характеризуются значениями $\delta D = -42-44 \text{ ‰}$, то для вод доюрских отложений отмечено обеднение дейтерием: $\delta D = -55-60 \text{ ‰}$. Фигуративные точки изотопного состава пластовых вод юрских толщ попадают в область состава талассогенных вод. Наблюдаемый сдвиг изотопного состава вод нижней части разреза нефтегазоносного бассейна в сторону линии Крейга может быть связан с влиянием глубинных флюидов [14].

Заключение. Установление генетической взаимосвязи гидрогеологических аномалий и нефтегазоносности глубоководно погруженных горизонтов нефтегазоносных бассейнов может рассматриваться в качестве поискового критерия. К примеру, на территории Южного Мангышлака, отличающейся очень высокой изученностью триасовых отложений, все известные месторождения УВ приурочены к структурам, где в разрезе присутствуют глубинные опресненные воды. И, наоборот, на площадях, выведенных из разведки с отрицательными результатами, гидрохимических аномалий нет [8]. В этих условиях большое значение приобретает картирование вертикальных каналов миграции глубинных флюидов и очагов разуплотнения (дилатансии) в глубоких горизонтах. Для этой цели могут быть использованы материалы сейсморазведки современных модификаций.

Финансирование: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №23-27-00037.

Funding: the study was supported by the Russian Science Foundation grant No.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дюнин В.И., Корзун А.В. Гидрогеодинамика нефтегазоносных бассейнов. М.: Научный мир, 2005. 254 с.
2. Ларичев В.В., Попков В.И. Гидродинамические условия глубокопогруженных нефтегазоносных комплексов // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. 2013. Т. 10. № 4-1. С. 76-79.
3. Лукин А.Е. Углеводородный потенциал больших глубин и перспективы его освоения на Украине // Геофиз. журн. 2014. Т. 36. № 4. С. 3-23.
4. Popkov V.I., Larichev V.V., Popkov I.V. Geological Structure of Deep-Submerged Complexes of Sedimentary Basins: Hydrogeological Anomalies and Oil and Gas Potential as a Result of Implementation of Deep-Seated Fluids (on Example of the South Mangyshlak Fields) // Geotectonics. 2023. Vol. 57. № 3. Pp. 41-66. DOI: 10.1134/S0016852123030056.
5. Rachinsky M.Z., Kerimov V.Yu. Fluid dynamics of oil and gas reservoirs. USA: Scrivener Publishing Wiley. 2015. 599 p.
6. Попков В.И., Попков И.В. Вторжение глубинных высокоэнергетичных флюидов в нижние горизонты осадочных бассейнов как фактор, определяющий их нефтегазоносность // Материалы научно-практической конференции “Гейдар Алиев и нефтяная стратегия Азербайджана: достижения нефтегазовой геологии и геотехнологий”, посвященной 100-летию юбилею общенационального лидера азербайджанского народа Гейдара Алиева. 23 - 26 мая 2023, г. Баку. Баку, Элм: 2023. С. 393-397.
7. Лукин А.Е. Гипогенно-аллогенетическое разуплотнение – ведущий фактор формирования вторичных коллекторов нефти и газа. // Геол. журн. 2002. № 4. С. 15-32.
8. Ларичев В.В., Попков В.И. Гидрохимические условия глубокопогруженных нефтегазоносных комплексов // Геология, география и глобальная энергия. 2013. № 4 (51). С. 101-112.
9. Попков В.И., Попков И.В. Ловушки углеводородов в триасовых отложениях Скифско-Туранской платформы в районах развития складчато-надвиговых дислокаций // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2023. Т. 18. № 3. http://www.ngtp.ru/rub/2023/25_2023.html. DOI: 10.17353/2070-5379/25_2023.
10. Попков В.И., Ларичев В.В., Попков И.В. Строение и условия формирования резервуаров нефти и газа в триасовых отложениях Южного Мангышлака // Нефтяная провинция. 2023. № 2(34). С. 47-66. DOI: 10/25689/NP.2023.2.47-66.
11. Муслимов Р.Х., Трофимов В.А. Бурение специальных параметрических скважин на прогнозируемые нефтеподводящие каналы – оптимальный путь получения доказательств наличия современной подпитки нефтяных месторождений глубинными углеводородными флюидами // Георесурсы.

2012. № 5 (47). С. 41-44.
12. Трофимов В.А., Корчагин В.И. Нефтеподводящие каналы: пространственное положение, методы обнаружения и способы их активизации // Георесурсы. 2002. № 1 (9). С. 18-23.
13. Лукин А.Е. Самородно-металлические микро- и нановключения в формациях нефтегазоносных бассейнов – трассеры суперглубинных флюидов. // Геофиз. журн. 2009. Т. 31. № 2. С. 61-92.
14. Попков В.И., Ларичев В.В., Медведев С.А. Металлоносные рассолы и опресненные воды глубоких горизонтов нефтегазоносных бассейнов // Георесурсы. 2012. № 5 (47). С. 32-36.

REFERENCES

1. Dunin V.I., Korzun A.V. Hydrogeodynamics of oil and gas basins. M.: Scientific world, 2005. 254 p.
2. Larichev V.V., Popkov V.I. Hydrodynamic conditions of deep-submerged oil and gas complexes // Ecological Bulletin of the scientific centers of the Black Sea Economic Cooperation. 2013. Vol. 10. No 4-1. Pp. 76-79.
3. Lukin A.E. Hydrocarbon potential of great depths and prospects for its development in Ukraine // Geofiz. journal. 2014. Vol. 36. No 4. Pp. 3-23.
4. Popkov V.I., Larichev V.V., Popkov I.V. Geological Structure of Deep-Submerged Complexes of Sedimentary Basins: Hydrogeological Anomalies and Oil and Gas Potential as a Result of Implementation of Deep-Seated Fluids (on Example of the South Mangyshlak Fields) // Geotectonics. 2023. Vol. 57. No 3. Pp. 41-66. DOI: 10.1134/S0016852123030056.
5. Rachinsky M.Z., Kerimov V.Yu. Fluid dynamics of oil and gas reservoirs. USA: Scrivener Publishing Wiley. 2015. 599 p.
6. Popkov V.I., Popkov I.V. Intrusion of deep high-energy fluids into the lower horizons of sedimentary basins as a factor determining their oil and gas potential // Materials of the scientific and practical conference “Heydar Aliyev and the oil strategy of Azerbaijan: achievements of oil and gas geology and geotechnologies” dedicated to the 100th anniversary of the national leader of the Azerbaijani people Heydar Aliyev. May 23 - 26, 2023, Baku. Baku, Elm: 2023. Pp. 393-397.
7. Lukin A.E. Hypogenic-allogenic decompression is a leading factor in the formation of secondary oil and gas reservoirs. // Geol. journal. 2002. No 4. Pp. 15-32.
8. Larichev V.V., Popkov V.I. Hydrochemical conditions of deep-submerged oil and gas complexes // Geology, geography and global energy. 2013. No 4 (51). Pp. 101-112.
9. Popkov V.I., Popkov I.V. Hydrocarbon traps in Triassic deposits of the Scythian-Turanian platform in the areas of development of folded-thrust dislocations // Oil

- and gas geology. Theory and practice. 2023. Vol. 18. No 3. http://www.ngtp.ru/rub/2023/25_2023.html. DOI: 10.17353/2070-5379/25_2023
10. Popkov V.I., Larichev V.V., Popkov I.V. Structure and conditions of formation of oil and gas reservoirs in the Triassic deposits of Southern Mangyshlak // Oil province. 2023. No 2 (34). Pp. 47-66. DOI: 10/25689/NP.2023.2.47-66.
 11. Muslimov R.Kh., Trofimov V.A. Drilling of special parametric wells for the predicted oil supply channels is the optimal way to obtain evidence of the presence of modern recharge of oil fields with deep hydrocarbon fluids // Geo resources. 2012. No 5 (47). Pp. 41-44.
 12. Trofimov V.A., Korchagin V.I. Oil-carrying channels: spatial position, detection methods and ways of their activation // Geo resources. 2002. No 1 (9). Pp. 18-23.
 13. Lukin A.E. Native-metal micro- and nano-inclusions in formations of oil and gas basins - tracers of superglubine fluids. // Geophysis. Journal. 2009. Vol. 31. No 2. Pp. 61-92.
 14. Popkov V.I., Larichev V.V., Medvedev S.A. Metalliferous brines and desalinated waters of deep horizons of oil and gas basins // Georesources. 2012. No 5 (47). Pp. 32-36.

Сведения об авторах:

Попков Василий Иванович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН, профессор кафедры нефтяной геологии, гидрогеологии и геотехники, Заслуженный деятель науки Кубани, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет». E-mail: geoskubsu@mail.ru. ORCID: 0000-0002-2959-4901.

Попков Иван Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, доцент кафедры нефтяной геологии, гидрогеологии и геотехники, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет». E-mail: ivporpov@mail.ru. ORCID: 0000-0002-2386-6611.

Дементьева Ирина Евгеньевна, старший преподаватель кафедры геофизических методов поиска и разведки, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет». E-mail: geoskubsu@mail.ru. ORCID: 0000-0003-3526-2273.

Author's personal details:

Popkov Vasily Ivanovich, Professor, Member of Russian Academy of Natural Sciences, Professor of the Chair of Petroleum Geology, Hydrogeology and Geotechnical, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kuban State University, 149, Stavropolskaya st., Krasnodar, 350040, Russian Federation E-mail: geoskubsu@mail.ru. ORCID: 0000-0002-2959-4901.

Popkov Ivan Vasilievich, PhD, Associate Professor Chair of Petroleum Geology, Hydrogeology and Geotechnical, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kuban State University, 149, Stavropolskaya st., Krasnodar, 350040, Russian Federation. E-mail: iv-popkov@mail.ru. ORCID: 0000-0002-2386-6611.

Dementieva Irina Evgenievna, Senior Lecturer of the Department of Geophysical Methods of Prospecting and Exploration, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kuban State University, 149, Stavropolskaya st., Krasnodar, 350040, Russian Federation E-mail: geoskubsu@mail.ru. ORCID: 0000-0003-3526-2273.

© Попков В.И., Попков И.В., Дементьева И.Е.