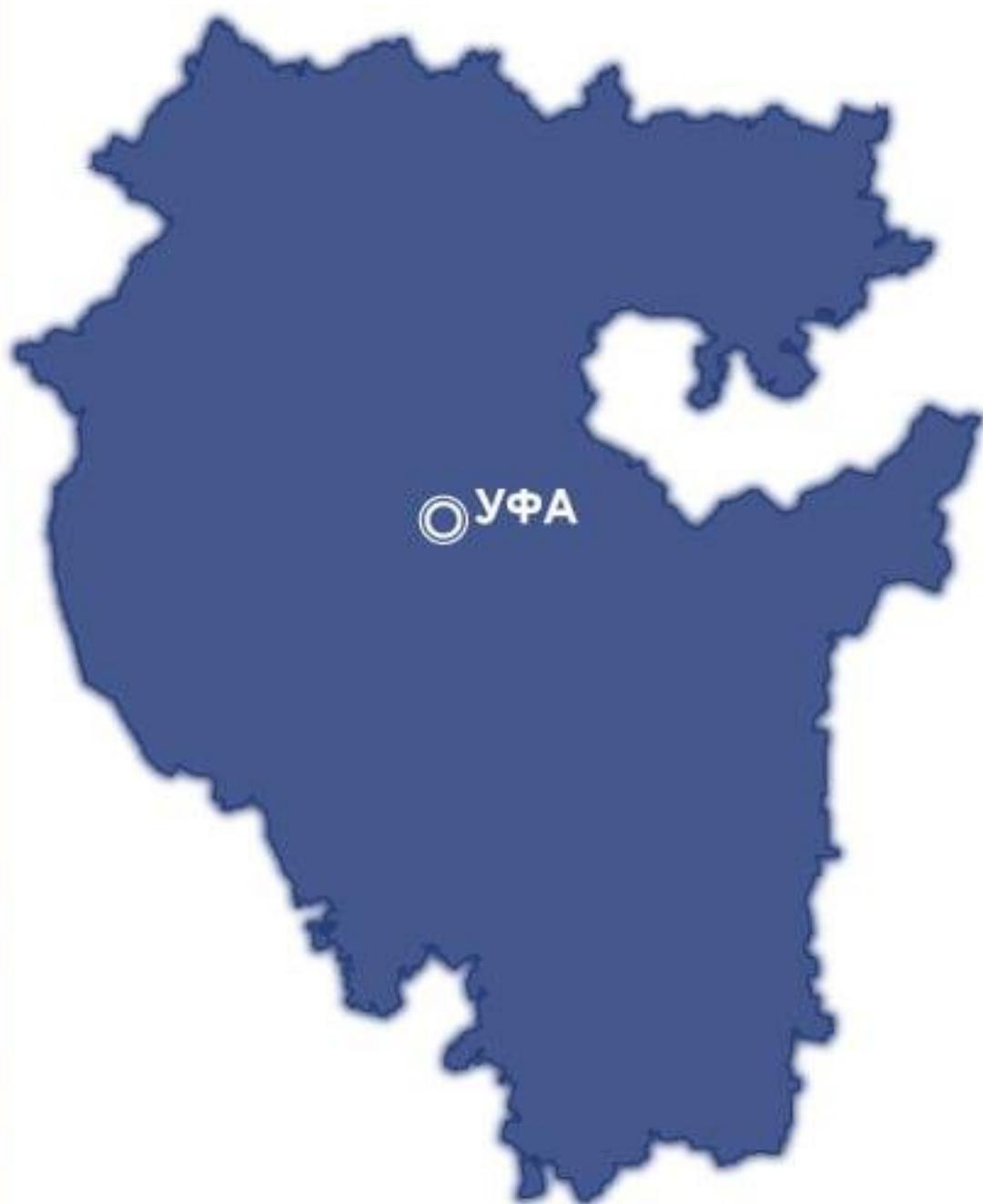


ГЕОЛОГИЯ

**АКАДЕМИЯ НАУК
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**



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

Сетевое издание
Учредитель и издатель:
Государственное бюджетное научное
учреждение
«Академия наук
Республики Башкортостан»

Online edition
Founder and Publisher:
State budgetary scientific institution
"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+

№ 1 (34), 2024
ЭЛ № ФС 77 – 85908 от 18.09.2023
Роскомнадзор (г.Москва)
ISSN 2949-4052
DOI 10.24412/2949-4052-2024-1

16+

№ 1 (34), 2024
EL No. FS 77 – 85908 dated 09/18/2023
Roskomnadzor (Moscow)
ISSN 2949-4052
DOI 10.24412/2949-4052-2024-1

**Уфа
2024**

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

ВАЛИУЛЛИН 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, Государственное бюджетное научное учреждение «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
КАЗАНЦЕВА
Тамара
Тимофеевна
- Профессор ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», доктор геолого-минералогических наук, доцент, г. Пермь, Российская Федерация
- Академик Академии наук Республики Башкортостан, Государственное бюджетное научное учреждение «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
КОТЕНЕВ
Юрий Алексеевич
- Директор Института геологии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской Академии наук», доктор геолого-минералогических наук, г. Уфа, Российская Федерация
- 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, ФГБНУ «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

Журнал выходит 4 раза в год.

Учредитель, редакция и издатель: Государственное бюджетное научное учреждение «Академия наук Республики Башкортостан».

Адрес учредителя, редакции и издателя:

450008, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Кирова, д. 15, каб.218.

Тел./Факс: +7 (347) 276-40-77.

Электронная почта: geology-akademia@vandex.ru

© Государственное бюджетное научное учреждение «Академия наук Республики Башкортостан», 2024

∞ ∞ ∞

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, State budgetary scientific institution "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, State budgetary scientific institution "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, State budgetary scientific institution "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, State budgetary scientific institution "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 Geoecology 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 Evgenievich** 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, State budgetary scientific institution "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

The scientific journal is published 4 times a year.

Founder, editors and publisher: State budgetary scientific institution

"Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan".

Address of the founder, editors and publisher:

450008, Republic of Bashkortostan, Ufa, st. Kirova, 15, room 218.

Tel.: +7 (347) 276-40-77.

E-mail: geology-akademia@yandex.ru

© Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, 2024

СЕТЕВОЕ ИЗДАНИЕ
«Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов»
СОДЕРЖАНИЕ № 1 (34) 2024

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

- Ажгалиев Дулат Калимович, Баймурзаева Жанна Баймурзаевна*
Возможности повышения прогнозной оценки мезозойских отложений по результатам комплексной интерпретации данных геофизических исследований
DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-12-34 **12**
- Савельев Дмитрий Евгеньевич*
Аминевский мафит-ультрамафитовый массив (Восточно-уральская мегазона, Южный Урал): геология, петрография и петрохимия
DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-35-51 **35**
- Мударисова Раушания Айдаровна, Лукьянова Резеда Габдрашитовна*
Особенности геохимического состава карбонатных пород Камышлинского горизонта казанского яруса горского поднятия
DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-52-64 **52**
- Смакова Миляуша Абузаровна, Шиянова Евгения Олеговна, Чанышева Лолита Наилевна*
Литология и особенности формирования продуктивных горизонтов нижнепермского карбонатного комплекса на территории южно-татарского свода Республики Башкортостан
DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-65-77 **65**
- Зайнетдинов Энгель Ахметович*
Инициаторы создания нефтяной промышленности Республики Башкортостан
DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-78-91 **78**
- Попков Василий Иванович, Попков Иван Васильевич*
Тектонический контроль формирования скоплений углеводородов в зоне сочленения северо-запада Туранской плиты и прикаспийской синеклизы
DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-92-103 **92**
- Кузнецова Альфия Рашитовна, Кузнецов Александр Игоревич*
Тенденции выбросов парниковых газов в Российской Федерации
DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-104-132 **104**
- Памяти ученого*
Ушла из жизни Казанцева Тамара Тимофеевна **133**

ONLINE EDITION
"Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences
and Natural Resources"
CONTENTS № 1 (34) 2024

EARTH SCIENCES

<i>Azhgaliev Dulat Kalimovich, Baymurzaeva Zhanna Baymurzaevna</i> Possibilities for improving the predictive assessment of Mesozoic deposits based on the results of a comprehensive interpretation of geophysical research data DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-12-34	12
<i>Savelyev Dmitry Evgenievich</i> Aminevsky mafic-ultramafic massif (East Ural megazone, Southern Urals): geology, petrography and petrochemistry DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-35-51	35
<i>Mudarisova Raushaniya Aidarovna, Lukyanova Rezeda Gabdrashitovna</i> Features of the geochemical composition of carbonate rocks of the Kamyshlinsky horizon of the Kazan stage of the Mountain uplift DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-52-64	52
<i>Smakova Milyausha Abuzarovna, Shiyanova Evgenia Olegovna, Chanysheva Lolita Nailevna</i> Lithology and features of the formation of productive horizons of the Lower Permian carbonate complex on the territory of the South Tatar arch of the Republic of Bashkortostan DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-65-77	65
<i>Zainetdinov Engel Akhmetovich</i> Initiators of the creation of the oil industry of the Republic of Bashkortostan DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-78-91	78
<i>Popkov Vasily Ivanovich, Popkov Ivan Vasilievich</i> Tectonic control of the formation of hydrocarbon accumulations in the junction zone of the northwestern Turan Plate and the Caspian syncline DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-92-103	92
<i>Kuznetsova Alfiya Rashitovna, Kuznetsov Alexander Igorevich</i> Trends in greenhouse gas emissions in the Russian Federation DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-104-132	104
<i>In memory of a scientist</i> Tamara Timofeevna Kazantseva passed away	133

**ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКИ
МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПЛЕКСНОЙ
ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

© *Ажгалиев Дулат Калимович,*

Некоммерческое акционерное общество «Атырауский университет нефти и газа
им. Сафи Утебаева», г. Атырау, Республика Казахстан

© *Баймурзаева Жанна Баймурзаевна,*

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева»,
г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация. В статье рассмотрены особенности строения мезозойских отложений в разрезе южной части Прикаспийской впадины (надсолевой комплекс), Устюрт-Бозашинского и Мангышлакского бассейна Западного Казахстана. С учетом высокой прогнозной оценки углеводородного потенциала данных отложений и значительного объема геолого-геофизических материалов, авторами обоснованы дополнительные благоприятные факторы и необходимость комплексного применения геофизических методов (сейсморазведка и промыслово-геофизические методы) в целях расширения нефтегазоносности при анализе строения локальных структур. Основной упор при этом сделан на обосновании и прогнозе дополнительных зон и интервалов продуктивности разреза. Решение поставленных задач продемонстрировано с учетом отдельного рассмотрения триасовой толщи в условиях солянокупольной тектоники в разрезе Прикаспийской впадины, а также специфической среде карбонатного осадконакопления Устюрт-Бозашинского и Мангышлакского бассейна. Отдельно рассмотрена категория низкоомных триасовых и юрских продуктивных горизонтов, обоснована достаточно высокая вероятность продуктивности нетрадиционных интервалов разреза (кепок и валанжинский горизонт нижнего мела). Выполнен анализ различных фациальных обстановок накопления отложений по локальным площадям юга Прикаспийской впадины (Кенбай, Кемерколь, Мынтеке Южный, Сазтобе Южное, Макат Восточный, Новобогатинская зона и др.), Устюрт-Бозаши и Мангышлака (Баканд, Пионерское, Комсомольское, Оймаша и др.). Комплексное изучение и детализация перспективных объектов дополнена объективной необходимостью обоснования структурного фактора и наличием кондиционных сейсмических материалов. В результате проведенных исследований обоснованы новые возможности и предпосылки для прогноза и расширения стратиграфического диапазона нефтегазоносности мезозойских отложений, в т.ч.: для регионов с

достаточной высокой степенью изученности. Даны практические рекомендации к дальнейшему изучению, в основе которых более полная оценка состава разреза, с точки зрения выявления дополнительных нефтегазонасыщенных интервалов.

Ключевые слова: надсолевой комплекс, южная часть, Прикаспийская впадина, Устюрт-Бозаши, Мангышлак, ловушка, мезозойские отложения, разрез, нефтегазоносность, геофизические исследования

POSSIBILITIES FOR IMPROVING THE PREDICTIVE ASSESSMENT OF MESOZOIC DEPOSITS BASED ON THE RESULTS OF A COMPREHENSIVE INTERPRETATION OF GEOPHYSICAL RESEARCH DATA

© *Azhgaliev Dulat Kalimovich,*

Non-profit joint-stock company "Atyrau Oil and Gas University" them. Safi Utebaeva", Atyrau, Republic of Kazakhstan

© *Baymurzaeva Zhanna Baymurzaevna,*

Non-profit joint-stock company "Kazakh National Research Technical University named after. K.I. Satpayev", Almaty, Republic of Kazakhstan

Summary. The article examines the structural features of Mesozoic deposits in the section of the southern part of the Caspian basin (supra-salt complex), the Ustyurt-Bozashinsky and Mangyshlak basins of Western Kazakhstan. Taking into account the high predictive assessment of the hydrocarbon potential of these deposits and the significant volume of geological and geophysical data, the authors substantiate additional favorable factors and the need for an integrated consideration of data based on the integrated application of geophysical methods (seismic exploration and field geophysical methods) in order to expand oil and gas content in the analysis of local structures. The main emphasis is placed on the justification and forecast of additional zones and intervals of productivity of the section. The solution to the assigned problems is demonstrated taking into account a separate consideration of the Triassic strata under the conditions of salt-dome tectonics in the section of the Peri-Caspian Depression, as well as the specific environment of carbonate sedimentation of the Ustyurt-Bozashinsky and Mangyshlak basins. Also, separate consideration is given to the category of low-resistivity Triassic and Jurassic productive layers, and the rather high probability of productivity of unconventional intervals of the section (caprock and Valanginian horizon of the Lower Cretaceous) is substantiated. An analysis of various facies environments of sediment accumulation was carried out in local areas of the south of the Peri-Caspian Depression (Kenbai, Kemerkol, Mynteke Yuzhny, Saztobe Yuzhnoye, Makat Vostochny, Novobogatinskaya zone, etc.), Ustyurt-Bozashi and Mangyshlak (Bakand, Pionerskoye, Komsomolskoye, Oymasha, etc.). A comprehensive study and detailing of promising objects is supplemented by the objective need to substantiate the structural factor and the availability of qualified seismic materials. As a result of the research, new opportunities and prerequisites for predicting and expanding the stratigraphic range of oil and gas content of Mesozoic

deposits have been substantiated, including: for regions with a sufficiently high degree of knowledge. Practical recommendations for further study have been given based on a more complete assessment of the composition of the section, from the point of view of identifying additional oil and gas-saturated intervals.

Key words: suprasalt sequence, southern part of the Peri-Caspian depression, Ustyurt-Bozashi, Mangyshlak, trap, Mesozoic deposits, section, oil and gas content, geophysical researches.

Актуальность и постановка исследований. Необходимость ускоренного восполнения ресурсной базы по нефти и газу в масштабе Прикаспийского, Устыурт-Бозашинского и Мангышлакского бассейна (Западный Казахстан) ставит на передний план задачу повышения успешности поисковых работ по всем направлениям оценки перспективных объектов (структур). Одним из факторов является повышение детальности изучения локальных объектов и расчленения разреза на предмет выделения перспективных интервалов для детального изучения. Опыт поисковых исследований позволяет в полной мере опираться на объективную корреляционную связь показателя «степень изученности региона» и «детальность изучения разреза» с возможностями увеличения прогнозной оценки углеводородного потенциала. В данном отношении большое значение отводится качеству интерпретации данных и результатов геофизических исследований скважин (далее – ГИС), занимающих ключевые позиции в оценке нефтегазоносности разреза и объективном выделении интервалов для опробования. Существующий широкий спектр методов ГИС способствует комплексной оценке характера разреза и решению геологических задач на конкретном объекте. В тоже время при анализе локальных структур не всегда учитываются в полной мере все возможности в оценке масштабов продуктивности вскрываемого разреза.

Детальная геолого-промысловая характеристика разреза и объективность выделения интервалов для опробования зависит и учитывает ряд косвенных факторов, связанных с полнотой данных и накопленной статистикой в результативности комплексной оценки. В связи с этим определяется необходимость повышения детальности изучения и оценки разреза, учета тонких и маломощных литологических горизонтов, которые могут оказаться продуктивными и неучтенными в условиях полной картины интерпретации и максимального охвата изучаемого разреза надлежащим комплексом методов ГИС. Успешность решения такой задачи повышается в зависимости от степени геолого-геофизической изученности исследуемого региона, по мере которой нарабатывается определенный алгоритм и критерии определения нефтегазонасыщенных интервалов, особенно эффективный для данного тектонического региона (зоны).

Немаловажное значение в оценке нефтегазоносности на локальном уровне имеет структурный фактор, определение которого представляет собой следующую, вслед за данными интерпретации материалов ГИС, большую геологическую задачу, решение которой обеспечивает прогноз и оконтуривание ловушек и залежей УВ. Неожиданный парадокс заключается в том, что при высокой степени геолого-геофизической изученности надсолевой комплекс и мезозойские отложения в разрезе южной части Прикаспийской впадины, Мангышлака и Устюрт-Бозаши в настоящее время характеризуются практически отсутствием достаточного фонда кондиционных перспективных структур (объектов) для постановки поискового бурения (рис. 1).

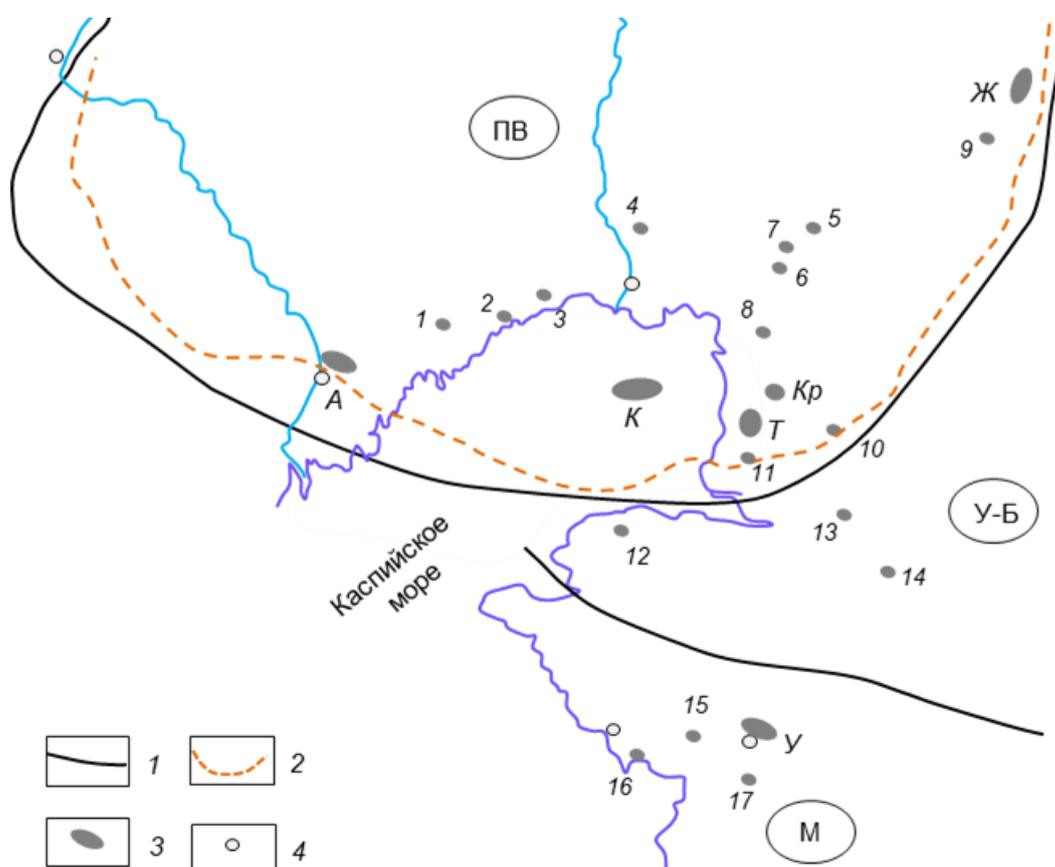


Рис. 1 – Бассейны Западного Казахстана и месторождения нефти и газа в мезозойских отложениях,

где: 1 – границы бассейнов (ПВ – Прикаспийская впадина, У-Б – Устюрт-Бозашинский, М – Мангышлакский бассейн), 2 – южная граница распространения соли, 3 – месторождения углеводородов, 4 – областные центры и крупные населенные пункты.

Крупнейшие месторождения: А – Астраханское, К – Кашаган, Т – Тенгиз, Кр – Королевское, У – Узень. Характерные месторождения в мезозойских отложениях: 1 – Мынтеке Южный, 2 – Жанаталап, 3 – Новобогатинская группа, 4 – Дараймола, 5 – Кенбай, 6 – Сагиз, 7 – Макат Восточный, 8 – Масабай, 9 – Каратобе, 10 – Сазтобе Южное (Тасым), 11 – Прорвинская зона, 12 – Каражанбас, 13 – Комсомольское, 14 – Тепке, 15 – Баканд, 16 – Оймаша, 17 – Пионерское.

Вместе с этим мезозойские отложения продолжают оставаться основным направлением поисковых работ в указанных регионах, сосредотачивают в себе все еще значительный углеводородный потенциал, способный, как видно, серьезно повлиять на восполнение ресурсной базы [1, 14].

В этих условиях приоритетное значение отводится совершенствованию методики поисковых работ в связи с выработкой эффективных «подходов» в зависимости от особенностей регионального строения и геологического развития осадочных бассейнов. В этом отношении на поисковом этапе первостепенное значение приобретает знание главных и индивидуальных особенностей внутреннего строения отдельных литолого-стратиграфических комплексов (далее – ЛСК) в разрезе бассейнов и крупных регионов. Вместе с этим, как правило, для отдельного региона детальное изучение разреза может быть эффективным и высоким при определенном сочетании и комплексе методов ГИС.

Материалы и методы исследования. Подходы и анализ выделения продуктивных интервалов и благоприятных перспективных объектов (ловушек) в разрезе мезозойского комплекса бассейнов Западного Казахстана совершенствуются уже на протяжении более 100 лет. За этот период отдельно в Прикаспийской впадине (южный и восточный борт) установлено более 120 месторождений, приуроченных к сводам соляных куполов и их периферийным участкам, а также связанных с подкарнизными структурами.

Практика поисковых работ показывает изменчивость основных параметров разреза отложений (формационный состав, глинистость, карбонатность пород, присутствие редких компонентов и маркирующих горизонтов) в различных осадочных бассейнах [6, 7]. В особенности это относится к верхней мезозойской части разреза Прикаспийской впадины, Северного Устюрта и Мангышлака. Соответственно, вероятность и масштабы присутствия продуктивных интервалов в одних и тех же стратиграфических комплексах отложений в разрезе данных бассейнов неоднозначны и различны.

В этой связи «показательна» южная бортовая зоны Прикаспийской впадины, в пределах которых порядка 100 % выявленных и подготовленных к детализации структур, уже изучены глубоким поисковым и структурно-поисковым бурением. Проводимые в настоящее время исследования и изучение в целях поиска и оконтуривания потенциальных локальных объектов характеризуются низкой эффективностью, т.е.: практически отсутствуют новые привлекательные структурные объекты. Результаты поисковых работ характеризуются значительным количеством «пустых» объектов, что сказывается на экономической составляющей геологоразведочных работ (далее – ГРР). Актуальность задачи выбора первоочередных перспективных ловушек в надсолевом комплексе Прикаспийской впадины для постановки ГРР определяет и диктует необходимость выработки четких геологических критериев, которые

могли бы определять максимальную вероятность наличия залежей УВ и подбора на их основе объектов поиска и разведки.

Перспективные локальные объекты могут быть развиты, непосредственно, над соляными куполами и характеризоваться различной степенью сохранности надсолевых отложений (полнотой разреза), размерами и остальными внутренними и внешними геометрическими параметрами, влиянием блоковой тектоники и др. [4].

Для Прикаспийской впадины следует учитывать объективную связь нефтеносности подсолевого и надсолевого комплекса, которая практически всеми исследователями выдвигается как доказанный постулат [1, 2]. Вместе с тем эта гипотеза на отдельных примерах все еще нуждается в достаточно объективном подтверждении новыми данными.

Следует, наряду с фактором достаточной эффективной толщины, учитывать развитие систем разломов (протяженность, амплитуда, направление, раскрытость и т.д.), что является ключевым элементом, обеспечивающим наличие миграционных потоков в направлении оцениваемых резервуаров [11, 16, 17, 18, 20]. Выделение и обоснование системы разломов проводится на основе многофакторного анализа данных сейсмических, гравиметрических, магнитометрических, тепловых полей и космических снимков [19]. Основным параметром, определяющим разломную тектонику Прикаспийской впадины – планетарные разломы в сочетании с ортогональными нарушениями. На основе анализа предполагается выделить зоны разуплотнения, которые служат основными точками формирования вертикальных миграционных потоков УВ.

Большое значение имеет фактор наличия структурной ловушки на сводах соляных куполов на линиях миграционных потоков. Последние определяются совокупностью вышеупомянутых факторов, оценивается степень герметичности ловушки, наличие региональных и зональных покровов.

Все затронутые выше факторы, определяющие геолого-геофизические условия накопления и формирования локальных объектов, ориентируются на планомерную разработку модели перспективного локального объекта для постановки поискового бурения и эффективного опробования для каждого крупного региона.

Характеристика мезозойских отложений и результаты исследований. С учетом геологических особенностей регионального формирования и развития, в отношении изучения мезозойских отложений и выделения в них нефтегазонасыщенных интервалов, весьма характерным является надсолевой комплекс южной части Прикаспийской впадины, а также триасовые и юрские отложения Мангышлака и Северного Устья (рис. 1). Рассмотрим некоторые теоретические аспекты и частные «подходы», позволяющие, по мнению авторов, улучшить методику исследований при оценке углеводородного потенциала

разреза и повысить эффективность выделения в разрезе мезозойских отложений дополнительных нефтегазонасыщенных интервалов.

Триасовые продуктивные горизонты. Отложения триаса выполняют обширные пространства межкупольных мульд в разрезе юга Прикаспийской впадины. Продуктивность триасовых отложений, как известно, тесно связывается с формированием и развитием солянокупольных структур (рис. 2).

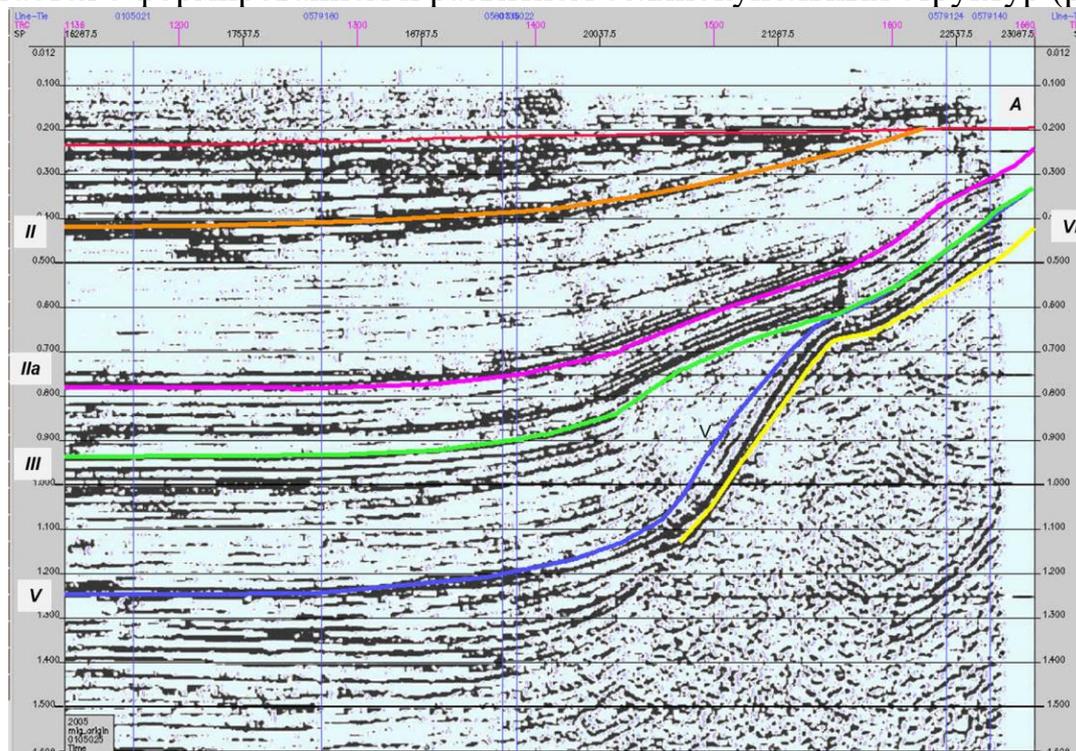


Рис. 2 – Мигрированный временной разрез по площади междуречья Урал-Волга и отражение скачкообразного роста соляного купола (по данным ТОО «Жаһан», 2008)

При этом следует отдельно рассматривать особенности осадконакопления в нижнетриасовую, среднетриасовую и верхнетриасовую эпоху [9, 13]. Осадконакопление и формирование коллекторских пачек и дифференциация структуры соляного купола по масштабам нефтегазонасыщения происходило в соответствии и определялось спецификой взаимодействия системы «соляной купол – мульда». В палеотектоническом отношении на отдельных отрезках геологического времени для обоих компонентов данной системы, принципиально существование области подъёма соляного купола (суша) и зоны устойчивого прогибания (водоем, бассейн). Вместе с этим вдоль контура купола в различные промежутки времени существовала переходная зона (базис эрозии) между сушей и понижениями, определявшая береговую полосу. С учетом фактических материалов толщина отложений в этой полосе составляет и изменяется до 400 м и более [9].

Залежи в триасовых отложениях характеризуются как разнообразием своего пространственного положения по отношению к куполу, так и по степени

сложности строения ловушки с учетом ориентиров в отношении вероятных каналов миграции УВ с больших глубин. Продуктивные ловушки среднего триаса тяготеют к периферии купола или расположены на некотором отдалении от центральной части соляного купола. Можно предположить вероятное распространение залежей в нижнем триасе в разрезе центральной части купола, а верхнетриасовых продуктивных ловушек за периферийной частью купола ближе к области структурного «перехода» к прилегающей мульде. В основе продуктивности разреза, по мнению авторов, предположение о существовании в пределах купола переходных зон (береговой полосы), время формирования которых соответствует этапам активного роста купола и последовательного изменения обстановок и зональности морского водоема (рис. 2). Зоны развития вероятных ловушек в отложениях нижнего, среднего и верхнего триаса могли иметь различное расположение в плане [6, 7].

Высока вероятность продуктивных горизонтов в юрских и меловых отложениях в разрезе надкупольной части структуры при условии сохранения в разрезе верхнеюрской и аптской региональной глинисто-карбонатной покрывки. Береговая зона, в пределах которой формируются пласты-коллекторы с пористостью до 20-25 %, распространяется вокруг купола в виде полосы шириной не более 1 км [9]. Выклинивание пластов-коллекторов вблизи купола приводит к формированию разнообразных ловушек неантиклинального типа, в т.ч., связанных с литологическим, стратиграфическим выклиниванием и экранированием, а также объекты, приуроченные к линиям разломов. Таким образом, продуктивность отложений триаса характеризуется многоэтапностью формирования ловушек и залежей, определяется, отмеченными выше особенностями палеотектонического развития [5].

В отношении продуктивности триасовых отложений выделяется орысказганский тип залежей, впервые выделенный в разрезе одноименного месторождения. Несколько иной тип залежей, больше и характерно связанный с зонами развития карнизов, известен как котыртасский тип. Карнизы в этих случаях являются устойчивыми тектоническими барьерами и элементами экранирования. Предположительно, ширина береговой полосы с благоприятными условиями для накопления коллекторских горизонтов может увеличиваться до 2 км и более. В целом, триасовые отложения характеризовались относительно схожими литолого-фациальными условиями накопления по данным большинства известных месторождений нефти и газа Южно-Эмбинского региона: Кенбай (Котыртас Северный, Молдабек Восточный), Искене, Масабай, Сагиз, Кемерколь, Кожа Южный и др. (рис. 3).

Характерными примерами выделения продуктивных триасовых отложений южной части Прикаспийской впадины являются разрезы скважин № 401 Каратобе, Г-3 Дараймола Восточная, Г-5 Кажигали, Г-1 Коныр, № 100 Масабай и др.

сходство с юрскими продуктивными горизонтами, залегающими на относительно больших глубинах. Данное сходство обусловлено тем, что формирование соответствующих залежей УВ во многом связано с прорывом и расползанием соли (рис. 4).

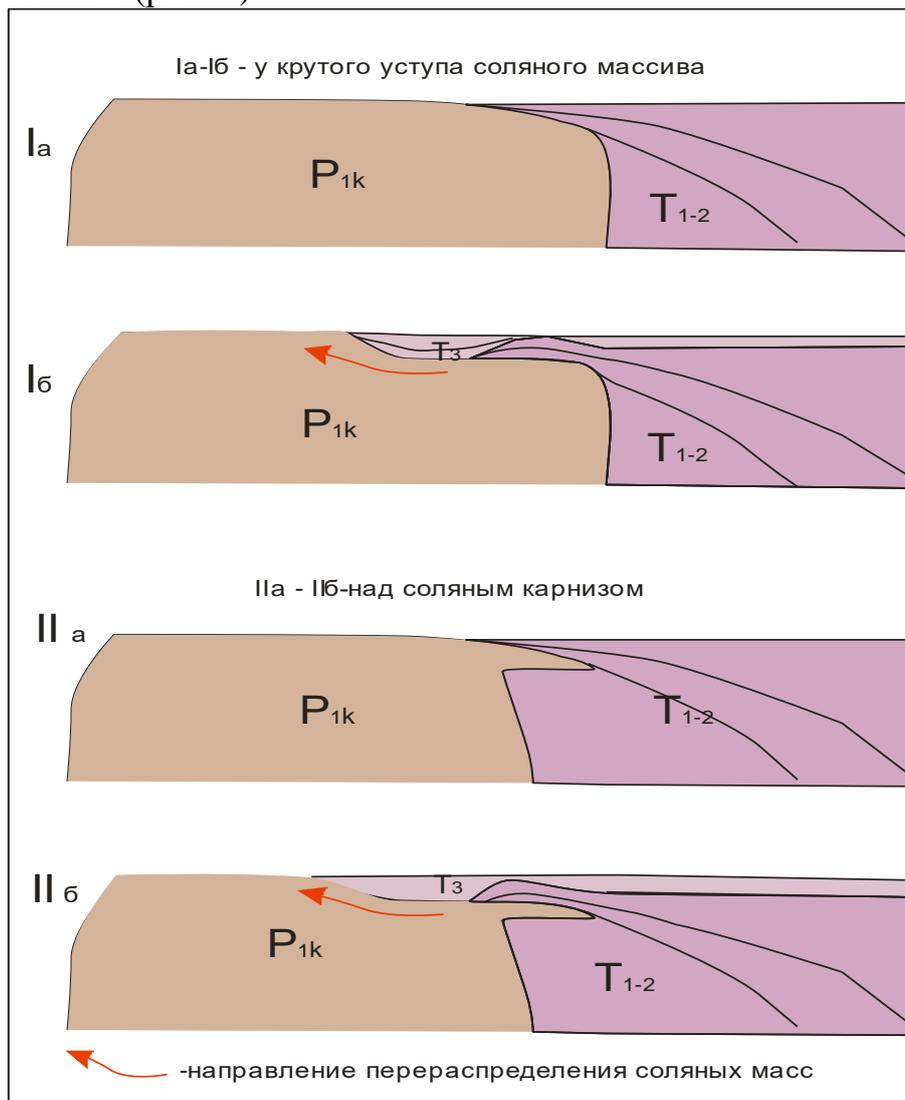


Рис. 4 – Схема формирования структур на периферии соляных массивов (по данным Обрядчикова О.С., 2018)

Как правило, при движении соли и с каждым моментом (этапом) тектонической активности земной коры глинистые отложения испытывают аналогичный стресс и напряжения (температура и давление), как те же самые породы на больших глубинах при меньшей тектонической активности. При этом соляной карниз является надежным экраном для сохранения и консервации тяжелой воды в пределах структуры. В этих условиях, полагаем, сохраняются удовлетворительные показания по фильтрационно-емкостным свойствам пород-коллекторов (далее – ФЕС). Как правило, в данных условиях отмечается

повышенный геотермический градиент, высокое пластовое давление и содержание газового фактора.

Нефтегазоносность триасовых отложений характеризуется значительными толщинами продуктивных горизонтов в разрезе Мангышлака и Устюрт-Бозашинского бассейна. К отложениям триаса (средний и верхний триас), наряду с отложениями юры, в этих бассейнах приурочены все основные нефтяные и газовые месторождения. В тектоническом отношении залежи характерны для склонов Жазгурлинской депрессии (Махат, Жарты и др.) и Большой Мангышлакской флексуры (Пионерское, Тучискен, Улькендале, Баканд).

Высокая перспективность данных регионов по отложениям триаса и юры дополнительно обосновывается относительной близостью к зонам нефтегазонакопления Жетыбай-Узеньской ступени, Песчанномысско-Ракушечного поднятия (Северо-Ракушечное, Жиланды, Сарсенбай, Оймаша) и Карагиинской седловины (Карагие Северный, Долинное, Кариман, Алатобе).

Особенностью разреза Мангышлакского бассейна является карбонатный состав отложений триаса. Долгие годы изучение карбонатной толщи триаса считалось бесперспективным направлением поисков в связи с низкой эффективностью и отрицательными результатами, как в разрезе известных месторождений Узень, Жетыбай, Карамандыбас, Тенге и др., так и на прилегающих к ним локальных площадях. Со временем и объективно акцент поисковых работ по изучению мезозойских отложений постепенно смещался к югу в сторону Жазгурлинской депрессии и полосы Большой Мангышлакской флексуры. Вскрытые после бурения образцы керна и породы из триасовой толщи опытные геологоразведчики со стажем прозвали «звенящими известняками». На практике, как правило, после вскрытия триасовой толщи проводка поисковых скважин и их последующее углубление в большинстве случаев прекращалось.

Карбонатные отложения триаса представлены известняками преимущественно хемогенного происхождения с включением эффузивных пород, местами отмечается заглинизированность карбонатного разреза. Трещинное пространство «залечено» глинистым материалом. Предположительно, зоны развития пород-коллекторов с улучшенными ФЕС приурочены к разуплотненным приразломным участкам, которые представляют собой «ослабленные» зоны с проявлением процессов трещиноватости. В отдельных случаях, в особенности вблизи разломов, пористость достигает 20-23 %. Происхождение и природа зон с высокими значениями ФЕС, не типичных для хемогенных карбонатов, объясняется образованием активной сети трещин при дизъюнктивных нарушениях, которая под влиянием агрессивной среды характеризуется изменением морфологии пустотного пространства и переходом в пустоты растворения, выщелачивания и др.

Низкоомные триасовые и юрские продуктивные горизонты. Комплексная оценка перспективности триасовых и юрских отложений также учитывает развитие в разрезе юга Прикаспийской впадины, Северного Устья и Мангышлака низкоомных продуктивных горизонтов.

Наибольшая степень неоднозначности с точки зрения коллекторских свойств и характера насыщения имеют выделенные пласты-коллекторы, предположительно приуроченные к ааленскому горизонту средней юры. По данным бурения разрез нижней части юрских отложений (подошвенная часть комплекса) сложен грубообломочными образованиями (базальные конгломераты), которые вверх по разрезу постепенно сменяются разнозернистыми песчаниками. Плохая отсортированность обломочного материала и плотная их упаковка значительно усложнила морфологию порового пространства, вследствие этого породы характеризуются пониженными значениями пористости и проницаемости (рис. 5).

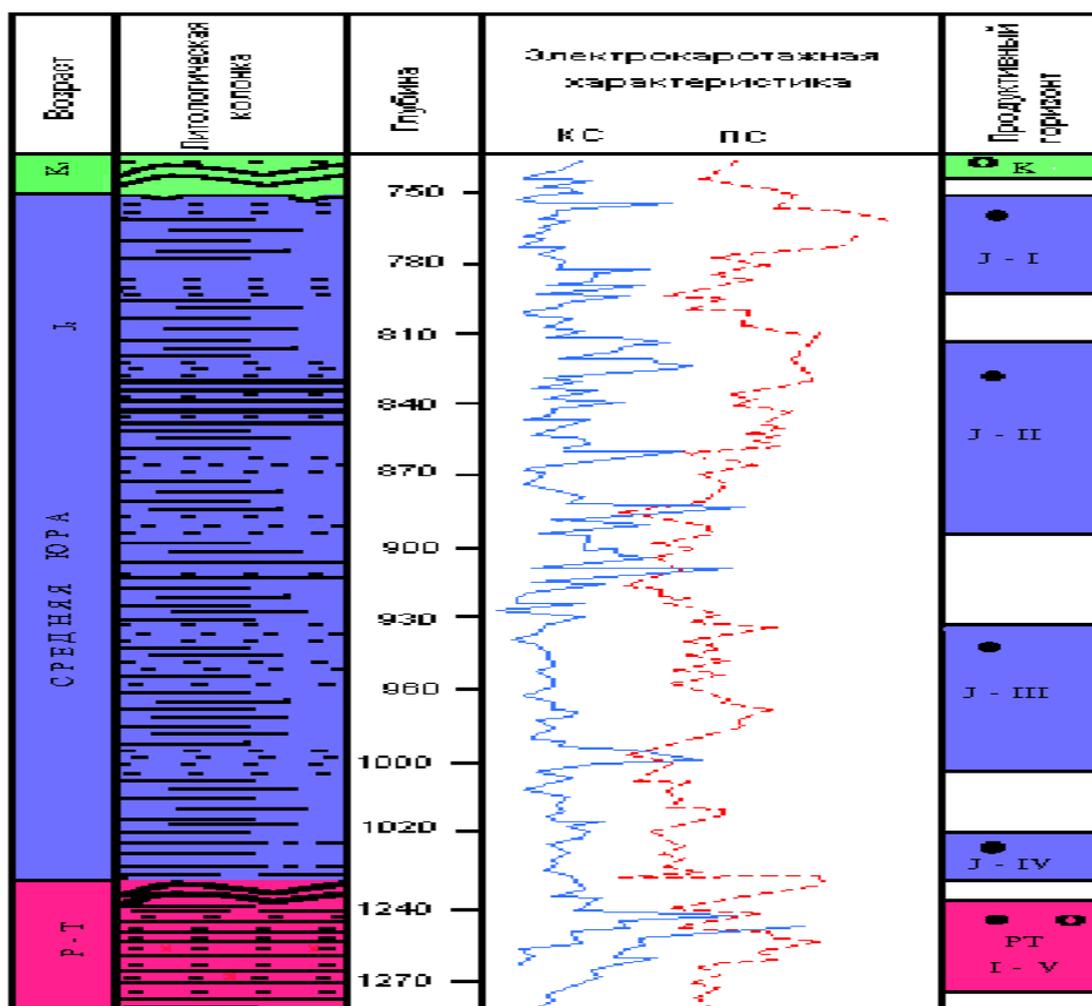


Рис. 5 – Низкоомные горизонты в разрезе площади Макат Восточный

На практике выделение пород-коллекторов по результатам переинтерпретации материалов ГИС проводится, как правило, по качественным признакам с учетом условно принятой величиной граничного значения пористости. Достоверность принятой методики определения литологии и пористости проверялась сопоставлением с литологическим описанием по керну и данными тестирования скважин. Однако, следует отметить условность выделенных пластов пород-коллекторов и относительный характер определения по ним характера насыщения.

При этом возможны ошибки интерпретаторов при обосновании коллекторских пачек, как в сторону определения «псевдоколлекторов», так и в сторону определения переходных разностей от истинных коллекторов к непроницаемым отложениям и пропласткам.

Характерной особенностью залегания и пространственного положения в разрезе данного класса пород-коллекторов является распространение в определенном диапазоне глубин, т.е. на глубине порядка 2500 м более. В основе выделения характерных продуктивных интервалов исследователями принимается их пониженное электрическое сопротивление на фоне сопротивления вмещающих глин. *Данная закономерность объясняется ниже следующими факторами.*

- Повышенная плотность глин с учетом принятого нормального закона уплотнения. В соответствии с описанной выше в разделе схемой и этапностью выделения воды, помимо рыхлосвязанной поровой воды, также «выжимается» часть межслойной воды. Этому способствовали большие глубины (значительная геостатическая нагрузка) и высокая температура (свыше 95-100°C). В большей степени такому интенсивному уплотнению способствовала повышенная температура, т.к. аналогичные по характеру залегания глины на тех же глубинах в разрезе центральной части Прикаспийской впадины имеют иное значение плотности.

- Существование условий для сохранения достаточных по значению ФЕС пород-коллекторов с пористостью порядка 18-25%. При наличии достаточно мощных пластов однородных глин, выжатой из них плотной воде некуда было эмигрировать, кроме как в песчаные пласты и поддерживать тем самым начальные значения их емкостных свойств.

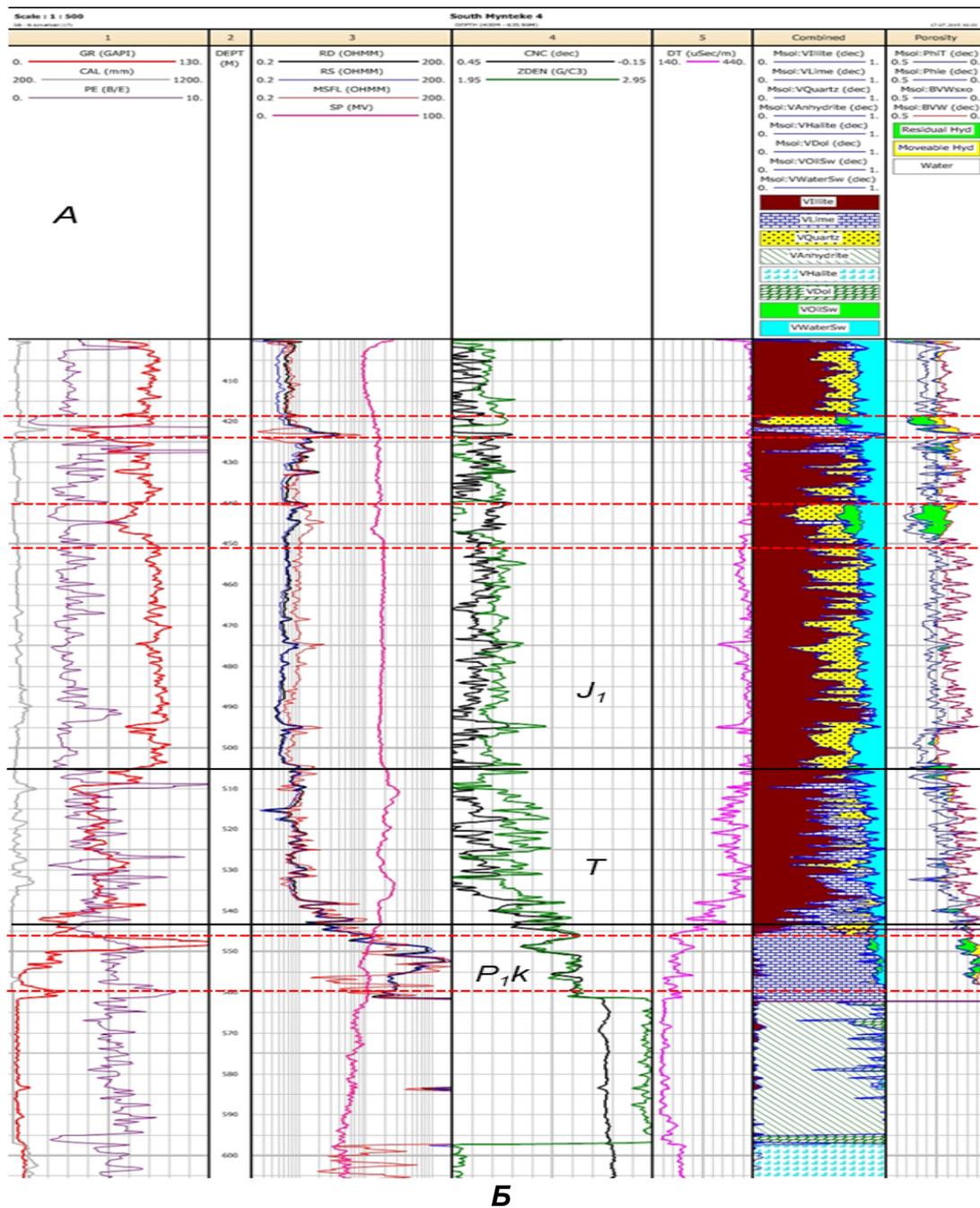
- Высокая минерализация пластовых вод, насыщающих поровое пространство пород-коллекторов.

В целом, характерным примером низкоомных продуктивных горизонтов в юре являются юрские горизонты в разрезе месторождений Северного Устюрта, прилегающих к нему районов юго-восточного обрамления Прикаспийской впадины и Мангышлака (Арыстановская, Комсомольская, Колтык, Елемес Западный, Шалва, Жетыбай, Прорвинская зона и др.).

Продуктивные объекты в кепроке. Порода-кепрок, обладая высоким электрическим сопротивлением и низкими емкостными свойствами, как правило, принимается реперным горизонтом и предвестником вскрытия гидрохимических образований кунгурского яруса. Учитывая общую тенденцию повышения эффективности методов, ГИС, на предыдущих этапах изучения применение стандартного комплекса не позволяло получить однозначное суждение в оценке показателей ФЕС и характера насыщенности (рис. 6).

Для бассейнов Западного Казахстана примечательным является получение фонтанного притока легкой нефти из отложений кепрока в скважине Г-4 площади Мынтеке Южный (междуречье Урал-Волга). Дебит нефти в интервале 547-550.5 м составил 20 м³/сут (4 мм режим). Отмечался длительный период эксплуатации скважины на данном режиме. Другим характерным примером продуктивного отложений кепрока является скважина № 401 Каратюбе, в которой получен фонтанный приток легкой нефти в интервале 1652-1654 м на востоке Прикаспийской впадины. В обоих случаях продуктивные интервалы характеризовались высокими показаниями ГК, что, предположительно, связывается с повышенным содержанием урана.

Изучение и характеристика валанжинского горизонта нижнего неокома (нижний мел). На практике поисковых работ для южной части Прикаспийской впадины впервые валанжинский горизонт (K_{1v}) в качестве самостоятельной стратиграфической единицы разреза выделен в 1978 г. с открытием месторождения Кисимбай (Воцалевский Э.С.). Данный горизонт также продуктивен и имеют промышленные кондиции на ряде площадей юга Прикаспийской впадины: Боранколь, Прорвинская зона, Сазтобе Южное (Тасым) и др.

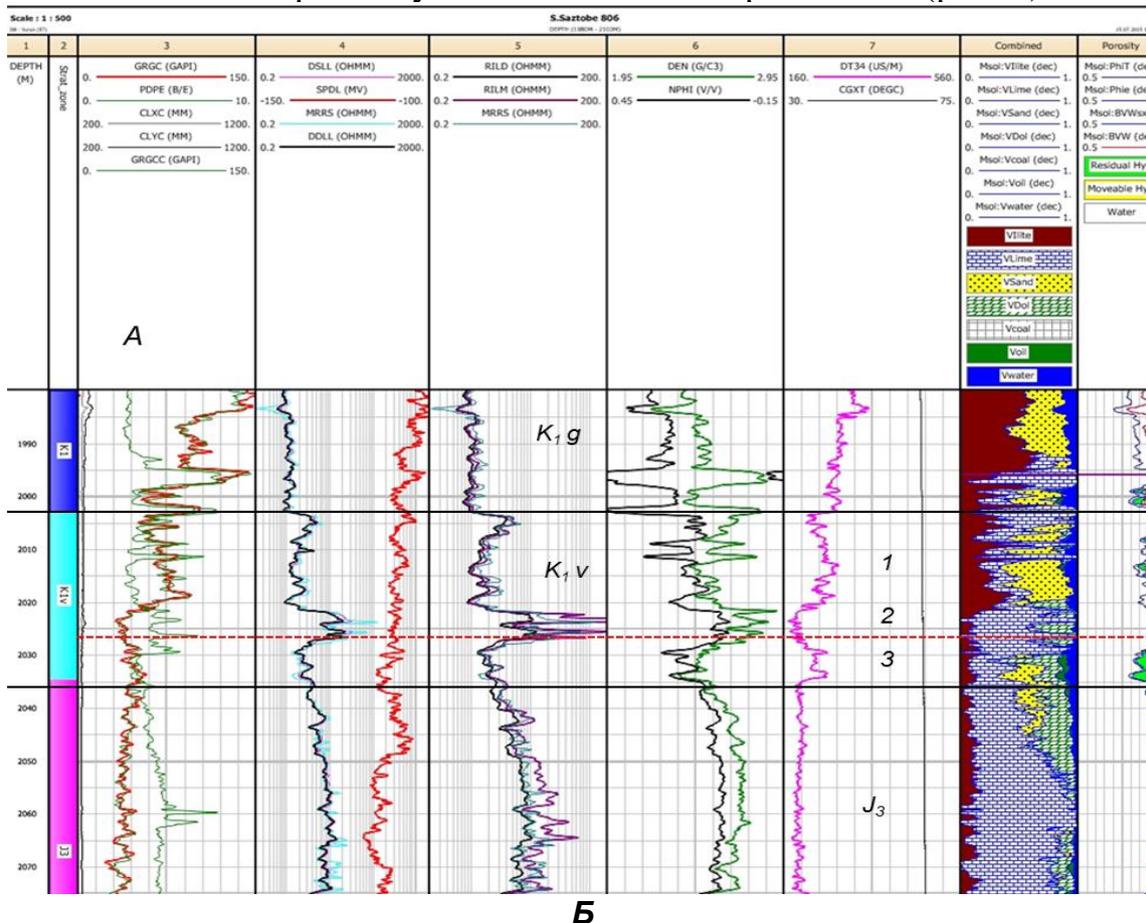


1	2	3	4	5	Combined	Porosity
1) KB 2) ГК 3) Зонд КС	Гл. (м)	1-3) Зонды БКЗ 4) ПС	1) Гамма- гамма каротаж 2) НГК	1) АК	1-7) Объемная модель различных минералов (0- 100 % и в долях единицы). 8) Объем воды.	1) К пор.общ.; 2) К пор.эфф.; 3) связ. вода; 4) общ.объем воды; 5) остаточные УВ; 6) подвижные УВ; 7) объем воды

Рис. 6 – Продуктивность отложений кепрока и юры по скважине Г-4 Мынтэке Южный (инт. 400-600 м) в междуречье Урал-Волга. А – Промышленно-геофизическая характеристика разреза. Б – Расшифровка и перевод названий методов ГИС (по данным Кабышева П.З.; ЗКЭГИС, 1990-1992 г.)

Как показала практика поисковых работ в последующем, валанжинский горизонт получил развитие и распространение в разрезе южной и юго-восточной прибортовой части Прикаспийской впадины [12]. На остальной территории впадины данный горизонт, предположительно, эродирован. Глубина размыва, иногда охватывает ниже залегающие карбонатные отложения верхней юры.

Валанжинский горизонт условно состоит из трех частей (рис. 7).



1	2	3	4	5	6	7	Combined	Porosity
Гл. (м)	Возраст	1) КВ и ДС; 2) ГК; 3) Зонд КС	1) БК; 2) ПС	1-3) Зонды БКЗ	1) Гамма- гамма картаж; 2) НГК	1) АК	1-5) Объемная модель различных минералов (0-100 % и в долях ед.); 6) объем нефти; 7) объем воды	1) К пор.общ.; 2) К пор.эфф.; 3) связ. вода; 4) общ.объем воды; 5) остаточ. УВ-ы; 6) подвиж. УВ-ы; 7) объем воды

Рис.7 – Продуктивность валанжинского горизонта по скважине № 806 Сазтобе Южное (Тасым) на юго-востоке Прикаспийской впадины. А – Промыслово-геофизическая характеристика разреза. Б – Расшифровка и перевод названий методов ГИС (по данным компании «BNG Ltd», 2010 г.)

Верхняя часть горизонта представлена преимущественно терригенными осадками – неравномерным чередованием пластов и прослоев песчаника, алевроглинистого песчаника и глин, отмечается карбонатный цемент.

Средняя часть сложена плотными карбонатными, преимущественно доломитизированными породами с примесями ангидритов. По литологическому

составу данный интервал во многом имеет сходство с филипповским горизонтом кунгурского яруса нижней перми. По высоким значениям ФЕС выделяется нижняя часть горизонта, где пористость доломитизированных известняков доходит до 22-23 % (в среднем 18-20 %). Такая высокая пористость в карбонатах свидетельствует о развитии вторичных процессов (выщелачивании, кавернообразовании и др.).

По каротажной характеристике данный диапазон разреза, как правило, характеризуется пониженным сопротивлением на фоне плотных и сильно уплотненных вмещающих пород. В случае предельного значения нефтенасыщения электрическое сопротивление породы-коллектора варьирует в пределах 2.5-6 ом, при сопротивлении вмещающих пород 10-200 ом. При водонасыщении сопротивление, как правило, снижается до значения 0.2-0.5 ом м.

Учитывая совокупность данных интерпретации ГИС, нижние две части в разрезе валанжинского горизонта с учетом литологических особенностей можно отнести и к верхней юре. Здесь следует отметить, что верхнеюрская карбонатизированная пачка традиционно считается региональной покрывкой для ниже залегающей части юрского разреза. Хотя в карбонатах верхней юры по данным ГИС нередко выделяется ряд нефтегазонасыщенных прослоев и горизонтов, промышленная значимость которых еще в полной мере не установлена, в основном, по причине недостаточного объема данных и отсутствия целенаправленных и планомерных исследований.

В связи с отмеченными выше промысловыми характеристиками в масштабе локальных структур надсолевого комплекса юга Прикаспийской впадины валанжинский горизонт представляет практический интерес в части планомерного наращивания объема новых запасов нефти и газа. Следует принять во внимание, что на ряде площадей и месторождений ввиду нечеткого стратиграфического расчленения и отнесения к карбонатной верхней юре, валанжинский горизонт все еще остается неучтенным и неопробованным.

Таким образом, по отмеченным выше материалам получены объективные предпосылки для расширения резервуарной части разреза продуктивности структур внутри отдельного стратиграфического диапазона. Необходимым условием при этом является повышение детальности изучения разреза.

Применительно к мезозойским отложениям рассматриваемого региона в дальнейшем считаем необходимым уточнение и разработку зональной модели типичного резервуара с обоснованием параметров его внутреннего породно-вещественного состава в зависимости от палеогеографических и палеотектонических условий накопления. При этом должны акцентироваться геометрические характеристики потенциального резервуара на основе изучения сейсмоволнового поля и проектов с применением инновационных технологий.

В данном отношении можно вполне рекомендовать применение новой технологии обработки сейсмических данных 3Д-МОГТ – Мультифокусинг (далее – МФ), направленной на повышение разрешающей способности отраженных волн за счет повышения соотношения «Сигнал/Помеха» [8]. Данная технология способствует и демонстрирует существенное повышение качества и детальности сейсмического изображения по всей глубине разреза, в особенности, строение внутри отдельной массивной толщи. В предварительном порядке имеется возможность оценить основные макронеоднородности пласта (степень расчлененности, песчанистость, разделение пропластков на коллектор и неколлектор).

Комплексный анализ данных ГИС и сейсморазведки, включение в состав обработки и интерпретации данных 3Д-МОГТ технологии МФ, полагаем, будет обеспечивать существенное повышение информативности и эффективности геологоразведочных проектов, связанных с поисковыми объектами в мезозойской толще. В особенности это относится к надсолевым отложениям в условиях развитой солянокупольной тектоники Прикаспийской впадины.

Выводы:

1. Детальное представление закономерностей внутреннего строения мезозойских отложений юга Прикаспийской впадины, Устюрт-Бозашинского и Мангышлакского бассейна и уточнение особенностей разреза, в т.ч.: отдельных стратиграфических свит, свидетельствует о новых возможностях и дополнительном потенциале для расширения интервалов нефтегазоносности и прироста запасов нефти и газа.

2. Комплексное изучение перспективных структур с учетом размещения ближайшей зоны нефтегазонакопления должно учитывать использование материалов региональной и площадной сейсморазведки, характер и закономерности в распределении значений ФЭС по разрезу и по латерали.

3. В условиях разрабатываемых месторождений выделение дополнительных интервалов вполне может повысить показатели сырьевой базы актива, обеспечить повышение коэффициента нефтеотдачи и полноту извлечения сырья.

4. Немаловажное значение имеет детальное изучение разреза методами ГИС и сейсморазведкой в плане применения новых технологий в целях повышения нефтеотдачи продуктивных горизонтов. Геологические особенности строения разреза отдельных регионов обуславливают высокую эффективность выделения продуктивных интервалов при определенном сочетании методов ГИС.

5. Уточнение методики изучения продуктивности и новые «подходы» в оценке разреза, направленные на обеспечение максимальной эффективности поисковых работ, указывают на необходимость более детального учета литологии и фациального «наполнения» разреза пробуренных скважин. При этом следует учитывать региональное и структурное положение рассматриваемого конкретного локального объекта. Повышенное внимание

поисковиков должно быть направлено на более широкое изучение тонких пластов. Многообразие разрезов мезозойских отложений следует расценивать весьма благоприятным фактором, что заведомо предполагает широкий спектр вероятных ловушек нефти и газа и перспективных объектов.

6. Применение инновационных технологии МФ по обработке и интерпретации данных сейсмических исследований в комплексе с материалами ГИС позволит существенно расширить возможности прогноза продуктивных интервалов в разрезе перспективных локальных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акчулаков У.А. Новая ресурсная база углеводородов Республики Казахстан и пути возможной их реализации». Ред. Б.М. Куандыков, О.С. Турков, М.С. Трохименко и др. / Нефтегазоносные бассейны Казахстана и перспективы их освоения. Общественное объединение «Казахстанское общество нефтяников-геологов. Алматы, 2015. С.21-29.
2. Адилбеков К.А., Матлошинский Н.Г., Матлошинский Р.Н. Углеводородная система надсолевого комплекса Прикаспийской впадины (на примере зоны Тенгиз-Карасор) // Нефть и газ. 2021. № 2 (122). С.35-42.
3. Ажгалиев Д.К., Каримов С.Г., Косназарова Н.Р., Алимжанова Г.Н. О комплексном подходе исследования к интерпретации данных сейсморазведки 3Д в зонах развития соляной тектоники // Известия национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геологическая. 2014. №4. С.68-73.
4. Ажгалиев Д.К., Каримов С.Г., Курметов Б.К., Балабаева У.Ш. Типичные модели строения залежей углеводородов в надсолевом комплексе Прикаспийского бассейна // Нефть и газ. Алматы. 2019. № 6. С.69-84.
5. Ажгалиев Д.К., Максотова Ш.Ж. Особенности геологического строения и нефтегазоносность юрско-меловых отложений Южно-Эмбинского региона // Геология и охрана недр. Академия минеральных ресурсов. 2023. № 2 (87). С.30-39.
6. Ескожа Б.А., Воронов Г.В., Куантаев Н.Е., Трохименко М.С., Шудабаев К.С., Маджанов К.К. Результаты и направления дальнейшей реализации нефтегазового потенциала надсолевых отложений Южно-Прикаспийской впадины // Известия национальной академии наук Республики Казахстан. Серия Геологическая. 2007. № 6. С. 34-50.
7. Ескожа Б.А. Особенности строения и перспективы нефтегазоносности триасового комплекса юга Прикаспийской впадины // Известия национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геологическая. 2008. № 4. С.38-48.
8. Исенов С.М., Караулов А.В. Технологии Мультифокусинг и Дифракционный Мультифокусинг – новый уровень геологического изучения подсолевых

- карбонатных резервуаров в Прикаспийской впадине // Нефтегазовая вертикаль. 2014. № 22-23-24. С.14-15.
9. Куанышев Ф.М., Пронин А.П., Борzych Б.В. Анализ и переинтерпретация геолого-геофизических материалов с целью выделения перспективных участков в надсолевом комплексе блока Лиман. Том 1, 2. Атырау, 2008. С. 56-60.
 10. Мусагалиев М.З. 3D сейсморазведка при подготовке перспективных на нефть и газ объектов. Астана, 2011. 210 с.
 11. Нуралиев Б.Б. Основа определения стратегии нефтепоисковых работ – разломная тектоника // Нефть и газ. 2008. № 8. С.42-55.
 12. Таскинбаев К.М., Тарбаев С.К., Ерниязова Г.Т., Айткалиева Н.Б. Перспективы нефтегазоносности валанжинского горизонта на Южной Эмбе / Материалы международной конференции «Проблемы нефтегазового комплекса Казахстана». Атырау: Атырауский университет нефти и газа, 2001. Т.2. С.31-36.
 13. Таскинбаев К.М., Обрядчиков, Д.К. Ажгалиев, Г.В. Воронов, С.Н. Нурсултанова, Нысанова А.С. Неантиклинальные ловушки нефти и газа в Республике Казахстан. Монография. Атырауский университет нефти и газа им. Сафи Утебаева. Алматы, 2020. 272 с.
 14. Таскинбаев К.М., Ахметов С.М., Ажгалиев Д.К., Диаров М.Д. Уточнение направлений геологоразведочных работ в Казахстане на основе особенностей нефтегазоносности осадочных бассейнов // Известия национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геологии и технических наук. Алматы. 2021. № 1. С.177-185.
 15. Трохименко М.С. Структурно-седиментационные ловушки-резервуары в солянокупольной области Прикаспийской впадины: закономерности расположения, механизм формирования, особенности образования залежей нефти и газа. Актуальные проблемы геологии и нефтегазоносности южной части Прикаспийской впадины / Материалы международной научной конференции «АтырауГео-2011». Атырау, 2011. 190 с.
 16. Казанцева Т.Т. К аспектам проблем геологии Южного Урала // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. Т. 49, № 4(112). С. 5-10. DOI 10.24412/1728-5283-2023-4-5-10. EDN GTXVPR.
 17. Харитонов А. Л. Геолого-геофизический анализ морфологических структур центрального типа Предуральяских регионов Восточно-Европейской платформы и их связь с месторождениями нефти и газа // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2021. Т. 39, № 2(102). С. 40-48. DOI 10.24412/1728-5283-2021-2-40-48. EDN KTVHYJ.
 18. Попков В. И. Доверхнепермские отложения полуострова Бузачи и перспективы их нефтегазоносности / В. И. Попков, И. В. Попков // Вестник

Академии наук Республики Башкортостан. 2021. Т. 40, № 3(103). С. 5-15. DOI 10.24412/1728-5283-2021-3-5-15. EDN BNUUSV.

19. Деркач А.А. Комплексные геофизические исследования скважных условий течения солей в Кунгурских отложениях на юге Оренбургской области // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2021. Т. 40, № 3(103). С.34-43. DOI 10.24412/1728-5283-2021-3-43-50. EDN MEVVNV.
20. Жерновкова Т.В., Мартьянова К.В., Хлебников М.С., Одинцова М.Ю. Применение динамического анализа при картировании сложнопостроенных отложений ачимовской толщи на примере месторождения ЯНАО // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. Т. 49, № 4(112). С. 65-72. DOI 10.24412/1728-5283-2023-4-65-72. EDN EOXDIM.

REFERENCES

1. Akchulakov U.A. New hydrocarbon resource base of the Republic of Kazakhstan and ways of their possible implementation.” Ed. B.M. Kuandykov, O.S. Turkov, M.S. Trokhimenko et al. / Oil and gas basins of Kazakhstan and prospects for their development. Public association “Kazakhstan Society of Oilmen-Geologists. Almaty, 2015. Pp.21-29.
2. Adilbekov K.A., Matloshinsky N.G., Matloshinsky R.N. Hydrocarbon system of the post-salt complex of the Caspian basin (using the example of the Tengiz-Karasar zone) // Oil and Gas. 2021. No. 2 (122). Pp. 35-42.
3. Azhgaliev D.K., Karimov S.G., Kosnazarova N.R., Alimzhanova G.N. On an integrated research approach to the interpretation of 3D seismic data in salt tectonic development zones // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Geological series. 2014. No. 4. Pp. 68-73.
4. Azhgaliev D.K., Karimov S.G., Kurmetov B.K., Balabaeva U.Sh. Typical models of the structure of hydrocarbon deposits in the post-salt complex of the Caspian basin // Oil and Gas. Almaty. 2019. No. 6. Pp. 69-84.
5. Azhgaliev D.K., Maksotova Sh.Zh. Features of the geological structure and oil and gas potential of Jurassic-Cretaceous deposits of the South Emba region // Geology and subsoil protection. Academy of Mineral Resources. 2023. No. 2 (87). Pp. 30-39.
6. Eskozha B.A., Voronov G.V., Kuantaev N.E., Trokhimenko M.S., Shudabaev K.S., Madzhanov K.K. Results and directions for further implementation of the oil and gas potential of post-salt deposits of the South Caspian depression // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Geological series. 2007. No. 6. Pp. 34-50.
7. Eskozha B.A. Features of the structure and prospects for oil and gas potential of the Triassic complex in the south of the Caspian basin // Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Geological series. 2008. No. 4. Pp.38-48.
8. Isenov S.M., Karaulov A.V. Technologies Multifocusing and Diffraction Multifocusing

- a new level of geological study of subsalt carbonate reservoirs in the Caspian basin // Oil and Gas Vertical. 2014. No. 22-23-24. Pp.14-15.
9. Kuanyshev F.M., Pronin A.P., Borzykh B.V. Analysis and reinterpretation of geological and geophysical materials in order to identify promising areas in the post-salt complex of the Liman block. Volume 1, 2. Atyrau, 2008. Pp. 56-60.
 10. Musagaliev M.Z. 3D seismic exploration in the preparation of promising oil and gas objects. Astana, 2011. 210 p.
 11. Nuraliev B.B. The basis for determining the strategy for oil exploration is fault tectonics // Oil and Gas. 2008. No. 8. Pp.42-55.
 12. Taskinbaev K.M., Tarbaev S.K., Erniyazova G.T., Aitkalieva N.B. Prospects for the oil and gas potential of the Valanginian horizon on the South Emba / Proceedings of the international conference “Problems of the oil and gas complex of Kazakhstan”. Atyrau: Atyrau University of Oil and Gas, 2001. T.2. Pp.31-36.
 13. Taskinbaev K.M., Obryadchikov, D.K. Azhgaliev, G.V. Voronov, S.N. Nursultanova, Nysanova A.S. Non-anticlinal oil and gas traps in the Republic of Kazakhstan. Monograph. Atyrau University of Oil and Gas named after. Safi Utebaeva. Almaty, 2020. 272 p.
 14. Taskinbaev K.M., Akhmetov S.M., Azhgaliev D.K., Diarov M.D. Clarification of the directions of geological exploration work in Kazakhstan based on the oil and gas potential of sedimentary basins // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Geology and Engineering Science Series. Almaty. 2021. No. 1. Pp.177-185.
 15. Trokhimenko M.S. Structural-sedimentation traps-reservoirs in the salt-dome region of the Caspian basin: patterns of location, mechanism of formation, features of the formation of oil and gas deposits. Current problems of geology and oil and gas potential of the southern part of the Caspian basin / Materials of the international scientific conference “AtyrauGeo-2011”. Atyrau, 2011. 190 p.
 16. Kazantseva T.T. On aspects of the problems of geology of the Southern Urals // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. T. 49, No. 4(112). pp. 5-10. DOI 10.24412/1728-5283-2023-4-5-10. EDN GTXVPR.
 17. Kharitonov A.L. Geological and geophysical analysis of morphological structures of the central type of the Pre-Ural regions of the East European Platform and their connection with oil and gas fields // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2021. T. 39, No. 2(102). pp. 40-48. DOI 10.24412/1728-5283-2021-2-40-48. EDN KTVHYJ.
 18. Popkov V.I. Pre-Upper Permian deposits of the Buzachi Peninsula and prospects for their oil and gas potential / V.I. Popkov, I.V. Popkov // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2021. T. 40, No. 3(103). pp. 5-15. DOI 10.24412/1728-5283-2021-3-5-15. EDN BNUUSV.
 19. Derkach A.A. Complex geophysical studies of well conditions of salt flow in the Kungur deposits in the south of the Orenburg region // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2021. T. 40, No. 3(103). P.34-43. DOI 10.24412/1728-5283-

2021-3-43-50. EDN MEVVNV.

20. Zhernovkova T.V., Martyanova K.V., Khlebnikov M.S., Odintsova M.Yu. Application of dynamic analysis in mapping complex deposits of the Achimov strata using the example of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug deposit // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. T. 49, No. 4(112). pp. 65-72. DOI 10.24412/1728-5283-2023-4-65-72. EDN EOXDIM.

Сведения об авторах:

Ажгалиев Дулат Калимович, доктор геолого-минералогических наук, доцент нефтегазового факультета. Некоммерческое акционерное общество «Атырауский университет нефти и газа им. Сафи Утебаева». г. Атырау, Республика Казахстан. 060027, г. Атырау, ул. М. Баймуханова, 45-А. Офисный тел.: +7 (7122) 360135; моб.: +7 (777) 222 4002. ORCID: 0000-0001-9770-0473. E-mail: dulat.azhgaliev@gmail.com

Баймурзаева Жанна Баймурзаевна, докторант института нефтегазового дела, Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева». г. Алматы, Республика Казахстан. 060024, г. Атырау, ул. Т. Джумагалиева, 14-а, кв 207. Моб. тел.: +7 (778) 510 8195. ORCID: 0009-0001-7409-0323; e-mail: zhan-7777@bk.ru

Author's personal details:

Azhgaliev Dulat Kalimovich, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Oil and Gas Faculty. Non-profit joint-stock company "Atyrau Oil and Gas University named after. Safi Utebaeva." Atyrau, Republic of Kazakhstan. 060027, Atyrau, st. M. Baimukhanova, 45-A. Office tel.: +7 (7122) 360135; mobile: +7 (777) 222 4002. ORCID: 0000-0001-9770-0473. E-mail: dulat.azhgaliev@gmail.com

Baymurzaeva Zhanna Baymurzaevna, doctoral student at the Institute of Oil and Gas Business, Non-profit joint-stock company "Kazakh National Research Technical University named after. K.I. Satpayev." Almaty, Republic of Kazakhstan. 060024, Atyrau, st. T. Dzhumagalieva, 14-a, apt. 207. Mob. tel.: +7 (778) 510 8195. ORCID: 0009-0001-7409-0323. E-mail: zhan-7777@bk.ru

© Ажгалиев Д.К., Баймурзаева Ж.Б.

DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-35-51

УДК 552.321.6

АМИНЕВСКИЙ МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВЫЙ МАССИВ (ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКАЯ МЕГАЗОНА, ЮЖНЫЙ УРАЛ): ГЕОЛОГИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ И ПЕТРОХИМИЯ

© Савельев Дмитрий Евгеньевич

Государственное бюджетное научное учреждение

«Академия наук Республики Башкортостан»;

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

Аннотация. В статье рассмотрено геологическое строение Аминеvского мафит-ультрамафитового массива, описаны петрографические особенности слагающих его пород, проведен анализ петрохимических данных по основным и ультраосновным породам массива, а также охарактеризовано распределение редкоземельных элементов. Показано, что в строении массива ведущая роль принадлежит полностью серпентинизированным ультрамафитам, метаморфизованным в антигоритовой фации, которые сопоставляются с эпидот-амфиболитовой фацией регионального метаморфизма. Сделан вывод о том, что петрографические и геохимические особенности свидетельствуют о том, что протолитом для антигоритовых серпентинитов служили гарцбургиты офиолитового типа. Для серпентинитов массива характерны очень низкие содержания всех «базальтоидных» оксидов (CaO, Al₂O₃, TiO₂, щелочей) и высокие - тугоплавких компонентов (MgO, Ni, Cr), что позволяет сопоставить их с реститами от частичного плавления верхнемантийного субстрата. Породы верлит-клинопироксенит-габбровой ассоциации по геохимическим особенностям сопоставимы с аналогичными образованиями, присутствующими в офиолитовых габбро-ультрабазитовых массивах. Низкая титанистость, преимущественно известково-щелочной состав и низкое содержание редкоземельных элементов указывают на сходство изученных пород с мафитами островных дуг — дифференциатами расплавов от довольно высоких степеней частичного плавления пиrolита.

Ключевые слова: ультрамафиты, мафиты, офиолиты, рестит, частичное плавление, Аминеvский массив, Южный Урал

AMINEVSKY MAFIC-ULTRAMAFIC MASSIF (EAST URALIAN MEGAZONE, THE SOUTHERN URALS): GEOLOGY, PETROGRAPHY AND PETROCHEMISTRY

© Savelyev Dmitry Evgenievich

State budgetary scientific institution

"Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan",

Summary. This paper examines the geological structure of the Aminevsky mafic-ultramafic massif, describes the petrographic features of its constituent rocks, analyzes petrochemical data on the basic and ultrabasic rocks of the massif, and characterizes the distribution of rare earth elements. It is shown that the leading role in the structure of the massif belongs to completely serpentized ultramafic rocks, metamorphosed in the antigorite facies, which are compared with the epidote-amphibolite facies of regional metamorphism. It is concluded that petrographic and geochemical features indicate that ophiolite-type harzburgites served as the protolith for the antigorite serpentinites. Serpentinites of the massif are characterized by very low contents of all "basaltoid" oxides (CaO, Al₂O₃, TiO₂, alkalis) and high contents of refractory components (MgO, Ni, Cr), which allows them to be compared with restites from partial melting of the upper mantle source. The rocks of the wehrlite-clinopyroxenite-gabbro association are comparable in geochemical features to similar formations present in ophiolitic gabbro-ultrabasic massifs. Low titanium content, predominantly calc-alkaline composition and low content of rare earth elements indicate the similarity of the studied rocks with island arc mafic rocks which were crystallize from melts of rather high degrees of partial melting of pyrolite.

Key words: ultramafic rock, mafic rock, ophiolite, restite, partial melting, Aminevsky massif, Southern Urals

Введение. Аминеvский мафит-ультрамафитовый массив приурочен к границе Магнитогорской мегазоны с Арамильско-Сухтелинской зоной Восточно-Уральского поднятия. Одним из дискуссионных вопросов является геодинамическая интерпретация комплексов Арамильско-Сухтелинской зоны, которые по мнению некоторых исследователей тектонически надвинуты в северо-восточном направлении на структуры Восточно-Уральского поднятия, а в раннепалеозойские время представляли восточный фланг Магнитогорской мегазоны, совместно образуя единый активно развивающийся бассейн океанического типа [1, 2, 3]. Известно, что очень ценной для палеогеодинамических реконструкций является офиолитовая ассоциация, представляющая собой фрагмент древней океанической коры и верхней мантии [1, 4]. Основными задачами настоящей работы являются следующие: 1) оценка формационной принадлежности мафит-ультрамафитовой ассоциации Аминеvского массива на основе геолого-петрографических данных и петрохимических характеристик и 2) определение геодинамической обстановки образования основных и ультраосновных пород изученной ассоциации.

Результаты. Геологическое строение массива. Аминевский массив в плане представляет собой вытянутое в меридиональном направлении тело шириной от 0,5 км на юге до 3 км на севере, длиной около 10 км, его площадь составляет 22 км² (рис. 1).

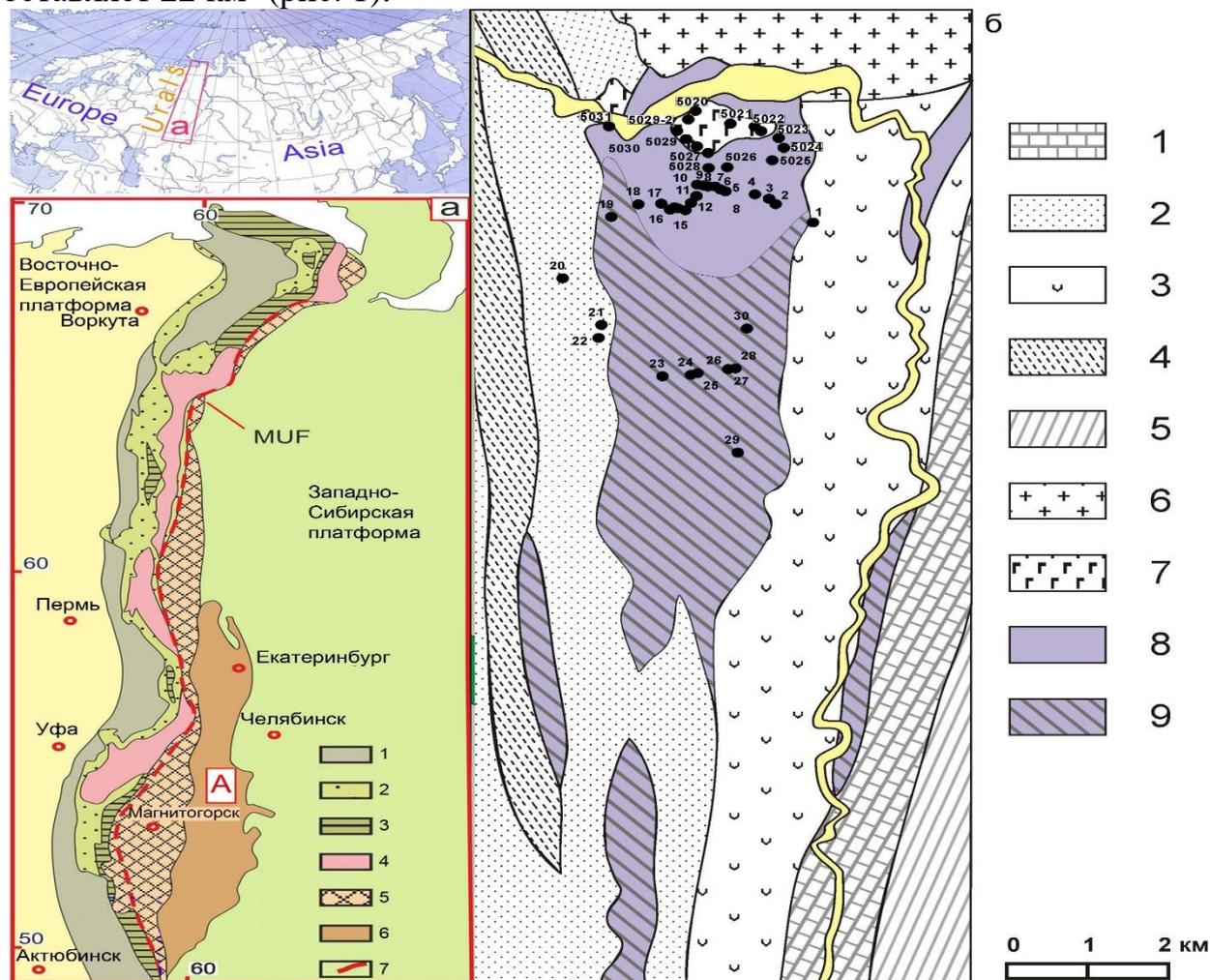


Рис. 1 – Расположение и схема геологического строения района Аминевского массива

где: а – по В.Н.Пучкову [1, 6]; б – по А.В.Моисееву и др. (2002 г.), Н.С.Кузнецову и др. (2011 г.) с упрощениями.

Условные обозначения – а: 1 – Предуральский краевой прогиб, 2 – Западноуральская зона шельфовых осадочных пород, 3 – Западноуральская зона батинальных осадочных пород, 4 – Центрально-Уральская зона (рифей), 5 – Тагило-Магнитогорская мегазона, 6 – Восточно-Уральская мегазона, 7 – зона Главной сутурной зоны Урала («Главный Уральский разлом»); б: 1 – сосновская толща (C_{1ss}): полимиктовые песчаники, алевролиты, глинистые и углеродистые сланцы, известняки, в том числе – мраморизованные, 2 – краснокаменная толща (D_{3kr}): лавы, лавобрекчии, туфы вулканитов от базальтового до риодацитового состава, как щелочных, так и нормальной щелочности, 3 – сухтелинская толща (D_{2-3sh}): песчаники, гравелиты, алевролиты, конгломераты, ксенотуфы пеплового состава, прослой углеродисто-глинистых сланцев, туфов основного состава, 4 – булатовская толща (S_{1-2bl}): сланцы углеродисто-кремнистые углеродисто-глинисто-кремнистые, углеродисто-известковисто-глинистые, 5 – шеметовская толща (O_{2sm}): лавы и туфы базальтов, прослой кремнистых

туффитов и яшмоидов, 6 – гранитоиды Вандышевского массива, 7 – габброиды, 8 – серпентиниты антигоритовые, 9 – тальк-серпентиновые, тальк-карбонатные, хлорит-серпентиновые породы по ультрабазитам. Примечание: далее в тексте четырехзначные номера даны с литером «Пл», а двузначные – с литером «Ам».

В северной части он срезается гранитами Вандышевского массива, на юге – резко сужается, переходя в цепочку изолированных линз. Вмещающие породы представлены преимущественно вулканогенными отложениями вишневской толщи нижнего девона [5]. На западе, на протяжении около 5 км, ультрамафиты контактируют с кремнистыми и углеродисто-глинисто-кремнистыми сланцами брюховской толщи (S_{1-2}).

Массив делится на две части дорогой Уйское - Кидыш, примерно по этой же линии проходит и геологическая граница, разделяющая менее измененную (серпентинитовую) северную часть и южную, интенсивно переработанную гидротермальными процессами.

Различия в геологическом строении отражены также и в рельефе северного и южного блоков. Северная часть приподнята, слабо залесена, характеризуется более расчлененным рельефом и лучшей обнаженностью. Южная часть, напротив, относительно ровная, слабо обнаженная.

По геофизическим данным северный блок характеризуется наличием положительной аномалии силы тяжести, рассчитанная вертикальная мощность ультрамафитов достигает 500 м (Турбанов и др., 1975 г.). Магнитное поле над массивом неоднородно, что обусловлено широкими вариациями содержания в ультрабазитах вторичного магнетита. Южная часть сложена преимущественно серпентин-карбонатными породами, макроскопически светло-зелеными, желтовато-зелеными средне- и крупнозернистыми. Сложены они карбонатом - брейнеритом (40-75%), антигоритом (до 30%), тальком (до 25%), актинолитом (до 5%), тремолитом (до 3%), хлоритом (до 10%). Реже встречаются карбонатные, тальк-карбонатные породы.

В северной части преимущественным развитием пользуются массивные антигоритовые серпентиниты с мелкопластинчатой структурой. Диагностическими пиками для минералов группы серпентина является экзотермический пик при температуре 815-830°C, при этом для породообразующего антигорита таковым является эндотермический пик в диапазоне температур 750-790°C, хризотил диагностируется по эндотермическому пику в интервале 700-740° (рис. 2).

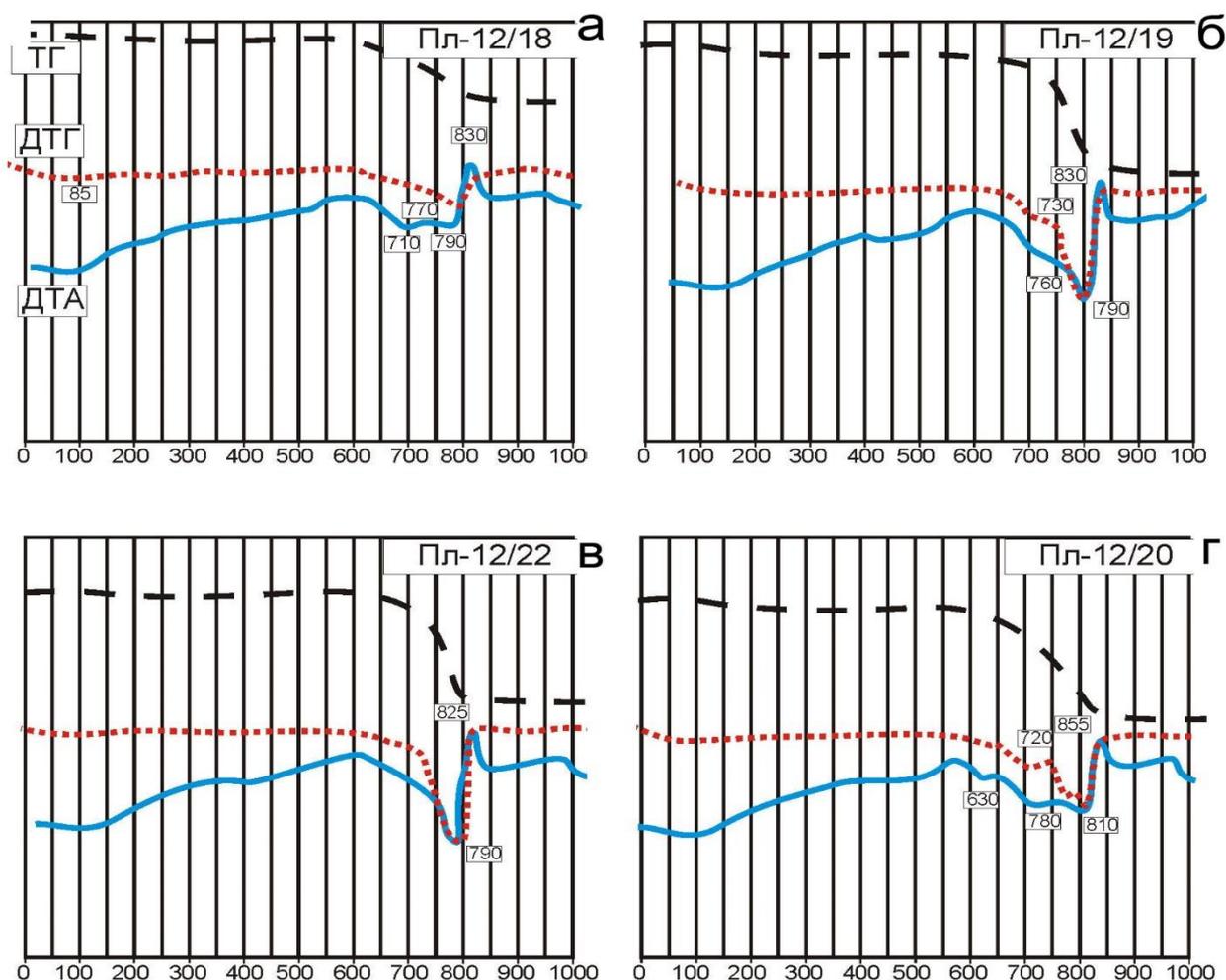


Рис. 2 – Термограммы пород Аминевского массива.

где: а – верлит серпентинизированный (антгорит, хризотил), б – серпентинит хризотил-антгоритовый, в – серпентинит антгоритовый, г – серпентин-хлорит-карбонатная порода по ультрабазиту.

В южной части серпентиниты сильно карбонатизированы и местами полностью превращены в карбонатные породы, что отражается на их термограммах.

Среди серпентинитов вблизи долины р.Уй картируется субизометричное тело пироксенит-габбрового состава площадью около 1 км². Обнажения верлитов и пироксенитов приурочены обычно к пониженным участкам рельефа, содержание в породах клинопироксена варьирует от первых процентов до почти мономинеральных клинопироксенитов (рис. 3).

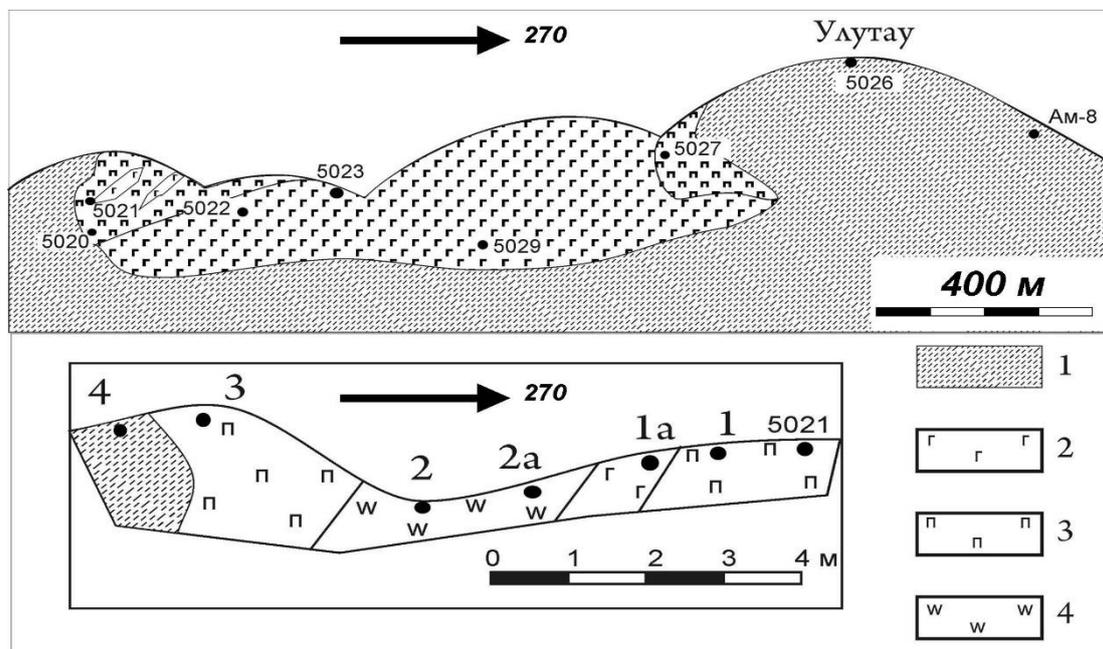


Рис. 3 – Схематический разрез северо-восточной части Аминевского массива, где: 1 – антигоритовые серпентиниты, 2 – габброиды амфиболизированные, 3 – клинопироксениты амфиболизированные, оливиновые клинопироксениты, 4 – верлиты антигоритизированные. Примечание: на врезке – строение фрагмента разреза серпентинит-верлит-клинопироксенитового комплекса в обн.5021 и места отбора образцов.

Петрографические особенности пород. Для характеристики петрографических особенностей пород приведем описание небольшого фрагмента строения серпентинит-верлит-пироксенит-габбрового разреза в обн. 5021 (рис.3). Восточнее вскрытого в промоине участка обнажаются антигоритовые серпентиниты, представленные обр. 5021-4. Структура породы тонкопластинчатая, местами наблюдается новообразованная петельчатая текстура, обусловленная наличием сети просечек пылевидного магнетита. В породе присутствует акцессорный хромшпинелид в количестве до 1%. Он образует идиоморфные изометричные зерна со сглаженными краями размером 0,3-0,5 мм. Наблюдаются единичные псевдоморфозы (?) серпентина по пироксену.

На отрезке от обн. 5021-3 до обн.5021 разрез имеет существенно верлит-клинопироксенитовый состав, иногда переходя в меланократовое габбро (обр.5021-1a). Оливин в породах нацело замещен антигоритом, который образует перекрещенно-тонкопластинчатую структуру (рис.4), псевдоморфную по отношению к первичным зернам оливина. Судя по особенностям морфологии антигоритовых агрегатов, зерна оливина имели размеры от десятых долей мм до 1,5-2 мм, для них характерны округлые очертания. Иногда наблюдаются заливообразные внедрения антигоритовых агрегатов в зерна клинопироксена, а также пойкилитовые включения.

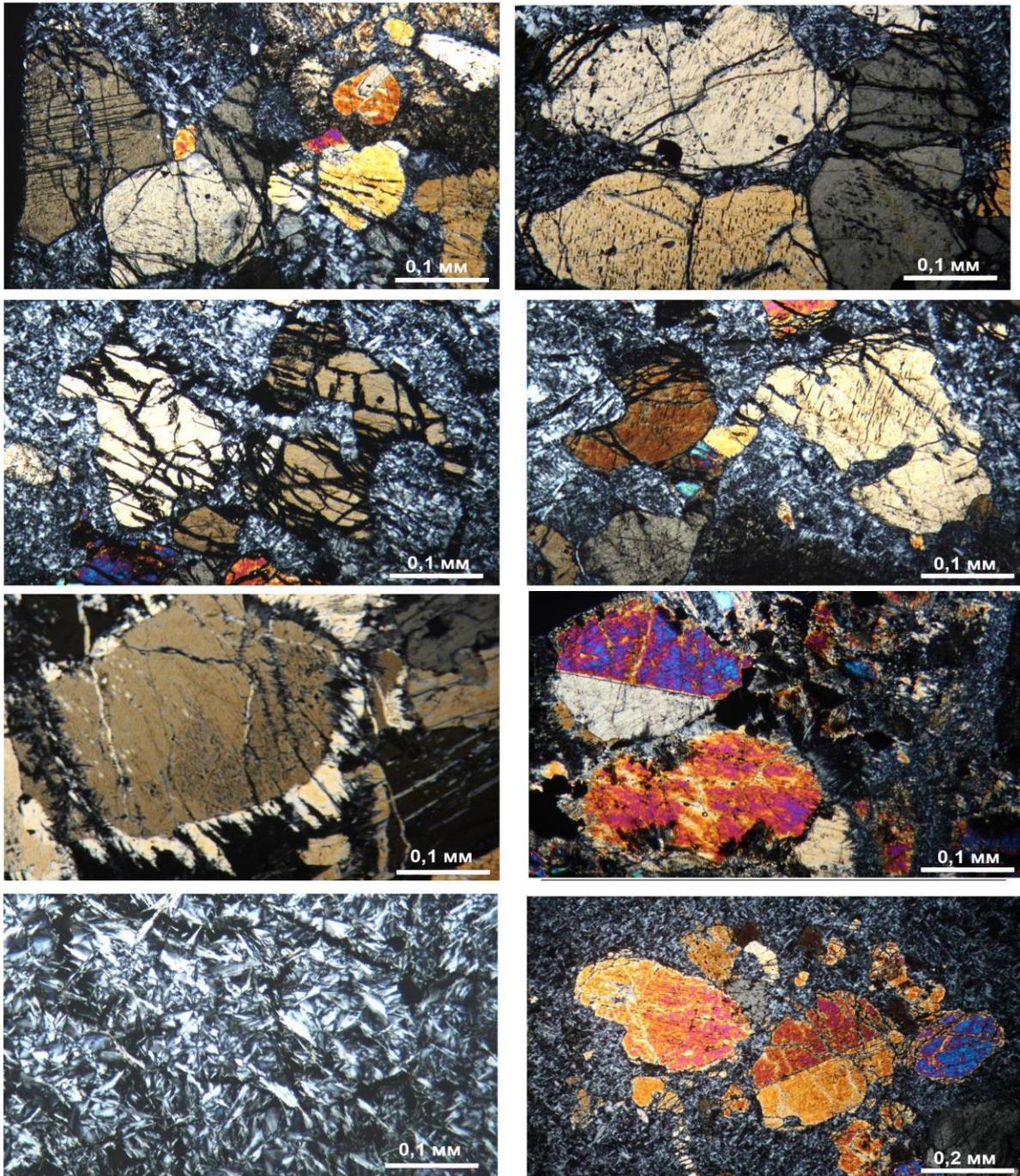


Рис. 4 – Петрографические особенности ультрамафитов Аминевского массива

Клинопироксен во всех изученных образцах не затронут вторичными изменениями, что обуславливает во многих случаях образование «псевдопорфировой» структуры: в тонкопластинчатом матрице апооливинового антигорита расположены таблитчатые зерна клинопироксена, размер их варьирует от 0,2-0,4 мм до 2-3 мм. При этом отмечается, что чем

больше в породе пироксена, то тем более идиоморфными становятся его выделения. В ряде случаев в пироксенах наблюдается двойникование, обусловленное скорее всего деформационными процессами. Клинопироксен иногда замещен частично или полностью амфиболами актинолит-тремолитового ряда (шл. 5021-1), реже – эпидот-хлоритовым агрегатом. В верлитах и клинопироксенитах присутствует незначительное количество плагиоклаза, который чаще всего замещен тонкозернистым агрегатом хлорита, эпидота и пренита. В образце 5021-3 фиксируется брекчьевидная текстура, выраженная в дроблении пироксеновых зерен и внедрения антигорита вдоль трещин в породе. Обращает на себя внимание тот факт, что несмотря на механическую нарушенность, клинопироксен практически не претерпел вторичных изменений.

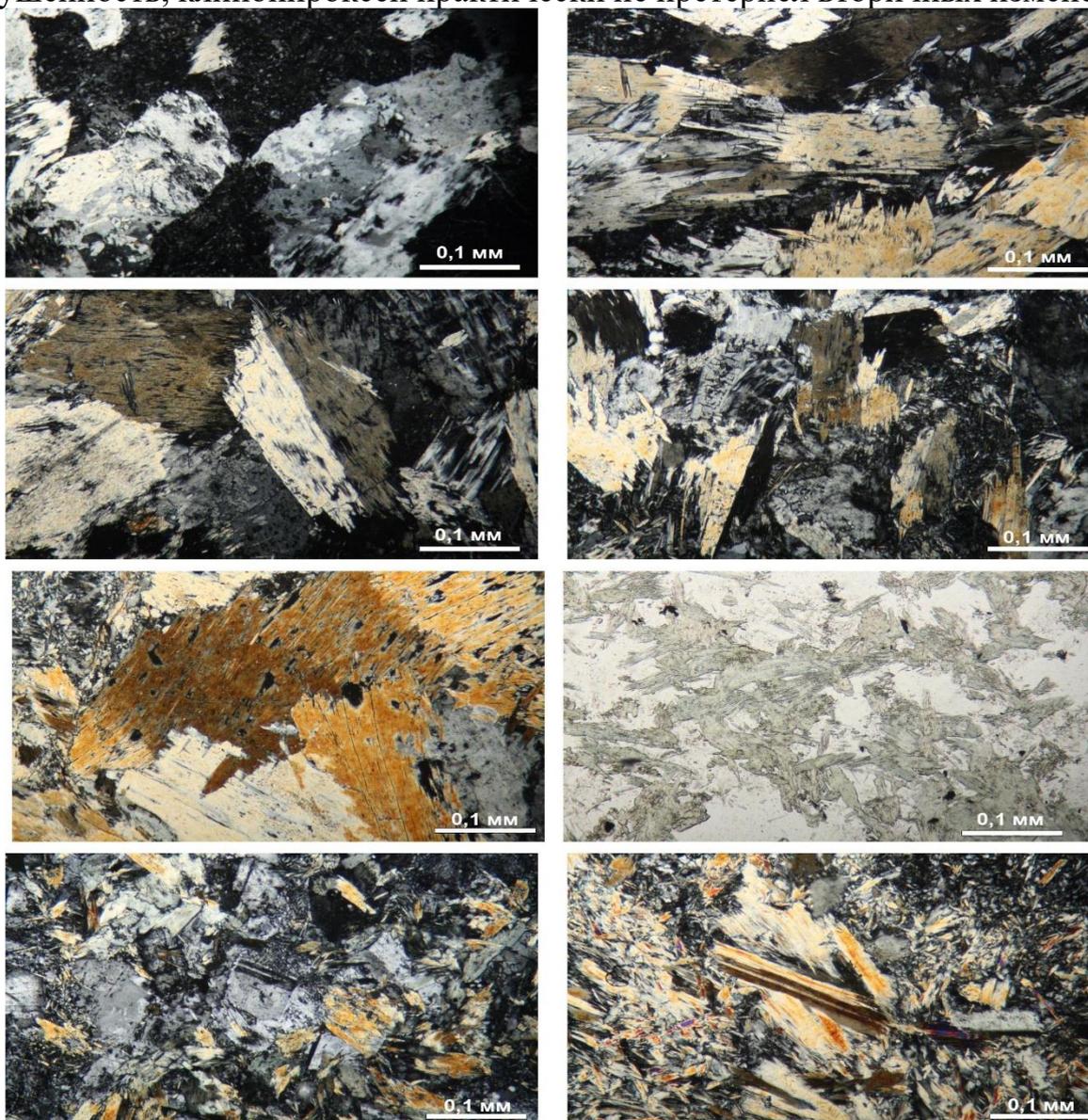


Рис.5 – Амфиболизированные габброиды Аминевского массива

Габброиды слагают невысокий увал, ответвляющийся от вершины хребта (г. Улутау) (как видно из рисунка 5). В составе тела преобладают габбро-диабазы мелкозернистые, мезократовые, реже встречаются среднезернистые габброиды, здесь также в небольшом количестве встречаются верлиты и клинопироксениты (обн. Пл-5027, 5029). Южнее среди серпентинитов отмечаются незначительные по мощности дайкообразные тела габброидов и апогаббровых метасоматитов (обн. Ам-6, 15). Восточная часть северного блока массива обнажена плохо, здесь наряду с делювиально-элювиальными обломками серпентинитов встречаются многочисленные глыбовые развалы жильного кварца и отдельные коренные выходы кварцевых жил (обн. Пл-5024).

Все изученные образцы габброидов представляют собой в той или иной степени измененные породы. Структура метагабброидов чаще всего призматическизернистая, нематогранобластовая, реже – бластогаббровая. В последнем случае (шл. 5029-1) плагиоклаз пелитизирован, а широкие призмы первичного пироксена замещены амфиболовым агрегатом. Наиболее типичны случаи, когда сохраняются реликты свежего плагиоклаза, а пироксен полностью замещен удлинёнными призмами амфиболов, имеющими характерные «занозистые» окончания (рис. 5). Размер зерен варьирует обычно в пределах 0,1-0,5 мм, реже – до 1 мм. Соотношение в породах между плагиоклазом и цветными минералами варьирует от меланогаббро и плагиопироксенитов (содержание плагиоклаза <15%) до мезократового габбро (содержание плагиоклаза > 50%).

Петрохимические особенности пород. Ультраосновные породы Аминевского массива полностью превращены в антигоритовые и хризотил-антигоритовые серпентиниты, которые характеризуются простым химическим составом и на 95-99% состоят из окислов кремния, магния и железа. Из других петрогенных компонентов в заметных количествах присутствуют лишь CaO и Al₂O₃ (до 5%), содержание остальных порообразующих оксидов не превышает десятых долей процента (таблица 1).

Результаты нормативных пересчетов химических анализов [7, 8] показывают, что наиболее распространенными породами ультраосновного ряда являются гарцбургиты с содержанием оливина 65-70%, ромбического пироксена 25-35% и клинопироксена менее 5%. Для них характерна низкая железистость (f= 12,85-16,42 %), низкие содержания базальтоидных компонентов: Al₂O₃ (0,98-1,57%, в лерцолитах до 4,65%), CaO (0,005-2,14%) и суммы щелочей (до 0,5%).

Таблица 1 – Содержание петрогенных и примесных элементов в серпентинитах

	3	4	5	6	7	8	9
№ обр.	Ам-8	Ам-16	4813	4818Г	Пл-12/20	Пл-12/22	Пл-12/19
SiO ₂	39,5	36	41,35	52,23	40,4	41,38	38,94
TiO ₂	0,1	0,06	0,1	0,12	0,13	0,07	0,03
Al ₂ O ₃	0,6	1,1	0,7	0,72	4,65	0,98	1,57
Fe ₂ O ₃	14	14,5	4,65	6,88	4,73	8,08	9,85
FeO	-	-	3,96	3,02	4,54	2,8	3,48
MnO	0,09	0,1	0,05	0,15	0,13	0,19	0,15
MgO	35,2	36,4	37,08	30,1	33,41	34,06	35,24
CaO	0,5	0,5	0,05	0,05	1,64	2,14	0,05
Na ₂ O	0,12	0,12	0,07	0,03	0,41	0,49	0,06
K ₂ O	0,05	0,05	0,07	0,03	0,08	0,08	0,07
P ₂ O ₅	сл.	сл.	0,06	0,04	0,027	0,009	0,005
ппп	9,76	11,24	12,2	7	10,3	9,42	10,82
сумма	99,92	100,1	100,3	100,3	100,5	99,7	100,21
Cr	3241	2945					
Ni	675	265					
Co	76	71					
Sc	16	11			20,9	34,4	15,9
Hf	0,24	0,077			0,28	0,52	0,0
Ta					0,0	0,0	0,2
Th	0,42	0,75			0,28	0,66	0,89
U	1,03	0,94			3,75	2,19	0,5
La	0,4	0,52			0,22	0,39	0,072
Ce	0,86	1,09			0,68	0,91	0,19
Pr	0,1	0,14			0,13	0,12	0,033
Nd	0,39	0,59			0,82	0,53	0,18
Sm	0,11	0,17			0,37	0,16	0,066
Eu	0,031	0,013			0,036	0,01	0,062
Gd	0,19	0,23			0,59	0,26	0,13
Tb	0,035	0,036			0,1	0,047	0,023
Dy	0,26	0,22			0,61	0,34	0,17
Ho	0,066	0,05			0,15	0,085	0,045
Er	0,22	0,14			0,45	0,27	0,14
Tu	0,041	0,022			0,07	0,05	0,027
Yb	0,27	0,13			0,44	0,33	0,18
Lu	0,053	0,021			0,075	0,063	0,036
Cr*	1130	1670			2457	2017	2129
Ni*	1140	830			990	450	760
Co*	85	57			96	98	134

Примечание: содержания петрогенных окислов даны в вес.% (силикатный анализ), элементов-примесей – в г/т (нейтронно-активационный анализ), * - атомно-абсорбционный анализ

В серпентинитах содержание никеля несколько ниже, чем в типичных реститах (600-1000 г/т), а концентрации кобальта и хрома сопоставимы с таковыми. В верлитах и клинопироксенитах, ассоциирующих с габброидами в северной части массива, содержания всех трех рассматриваемых элементов сходны с таковыми в серпентинитах, в габброидах происходит постепенное снижение содержаний никеля, более резкое – содержания хрома и почти не изменяется концентрация кобальта (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание петрогенных и примесных элементов в пироксенитах и габброидах

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
№ обр.	Пл-12/6	Пл-12/8	Пл-12/18	Ам-15/2	Пл-12/1	Пл-12/3	Пл-12/11	Пл-12/13	Пл-12/17
SiO ₂	53,58	50,56	48,02	44	54,02	52,16	48,68	49,38	49,2
TiO ₂	0,07	0,19	0,1	0,11	0,29	0,3	0,1	0,14	0,13
Al ₂ O ₃	2,77	4,99	1,28	16,9	17,45	11,06	14,25	15,0	16,28
Fe ₂ O ₃	2,21	1,54	4,37	9	1,8	2,16	2,18	2,65	2,87
FeO	6,03	6,16	3,34	-	3,61	5,4	3,61	3,97	4,17
MnO	0,12	0,19	0,2	0,12	0,1	0,16	0,14	0,11	0,11
MgO	21,22	18,95	26,06	13,0	6,25	12,71	12,1	10,49	10,49
CaO	10,95	13,36	10,28	12,5	8,93	10,33	14,69	13,54	12,96
Na ₂ O	0,4	0,64	0,36	1,54	4,9	2,7	1,38	1,52	1,56
K ₂ O	0,05	0,12	0,08	0,1	0,12	0,14	0,08	0,12	0,12
P ₂ O ₅	0,03	0,009	0,005	-	0,053	0,027	0,011	0,04	0,01
ппп	2,42	2,36	5,36	2,48	1,9	1,86	1,94	2,8	2,06
сумма	99,85	99,06	99,45	99,75	99,42	99,01	99,16	99,77	99,96
Cr				514					
Ni									
Co				48					
Sc	29,3	70,7	53,7	45	27,8	64,7	49,9	37,8	51,3
Hf	0,64	0,39	0,77	0,35	0,49	0,6	0,34	0,82	2,14
Ta		1,41				0,43	0,96		
Th	0,14	0,23	0,18		0,065	0,58		0,17	0,53
U	0,54	2,14	0,93	1,16	2,7	2,93	2,91	0,43	2,08
La	0,16	1,0	0,68	0,32	0,45	0,35	0,86	0,2	0,31
Ce	0,58	2,27	1,59	0,88	1,57	1,41	1,76	0,63	0,97
Pr	0,12	0,32	0,22	0,14	0,31	0,33	0,22	0,13	0,18
Nd	0,82	1,48	1,09	0,71	2,24	2,75	0,9	0,81	1,14
Sm	0,4	0,46	0,37	0,25	1,02	1,36	0,24	0,37	0,48
Eu	0,038	0,023	0,16	0,022	0,25	0,064	0,057	0,34	0,3
Gd	0,74	0,7	0,5	0,37	1,53	1,78	0,34	0,5	0,86
Tb	0,14	0,12	0,079	0,06	0,23	0,24	0,05	0,076	0,14
Dy	0,91	0,74	0,47	0,38	1,39	1,35	0,3	0,44	0,9
Ho	0,23	0,18	0,11	0,085	0,32	0,28	0,067	0,095	0,22
Er	0,77	0,54	0,29	0,24	0,87	0,7	0,18	0,25	0,65

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tu	0,14	0,09	0,047	0,038	0,13	0,096	0,28	0,037	0,11
Yb	0,84	0,52	0,27	0,22	0,71	0,47	0,15	0,19	0,63
Lu	0,17	0,093	0,045	0,037	0,12	0,071	0,026	0,033	0,11
Cr*	1398	978	2102	600	230	464	299	320	345
Ni*	70	180	930	160	470		300		
Co*	49	46	51	64	26	43	42	27	32

Примечание: 1, 3 – пироксениты, 2 – верлит, 4-9 – габброиды; содержания петрогенных окислов даны в вес.% (силикатный анализ), элементов-примесей – в г/т (нейтронно-активационный анализ), * - атомно-абсорбционный анализ

Обращает на себя внимание тот факт, что на фоне в целом закономерной положительной корреляции поведения никеля и хрома от габбро к серпентинитам, в дискретных группах пород содержания этих элементов обнаруживают обратную зависимость. Особенно ярко выражена она в верлит-пироксенитовой части и обусловлена обратной корреляцией содержаний в породах клинопироксена, накапливающего хром, и оливина, концентрирующего никель.

Петрохимические диаграммы для пород габброидного комплекса Аминевского массива рассмотрим на рисунке 6.

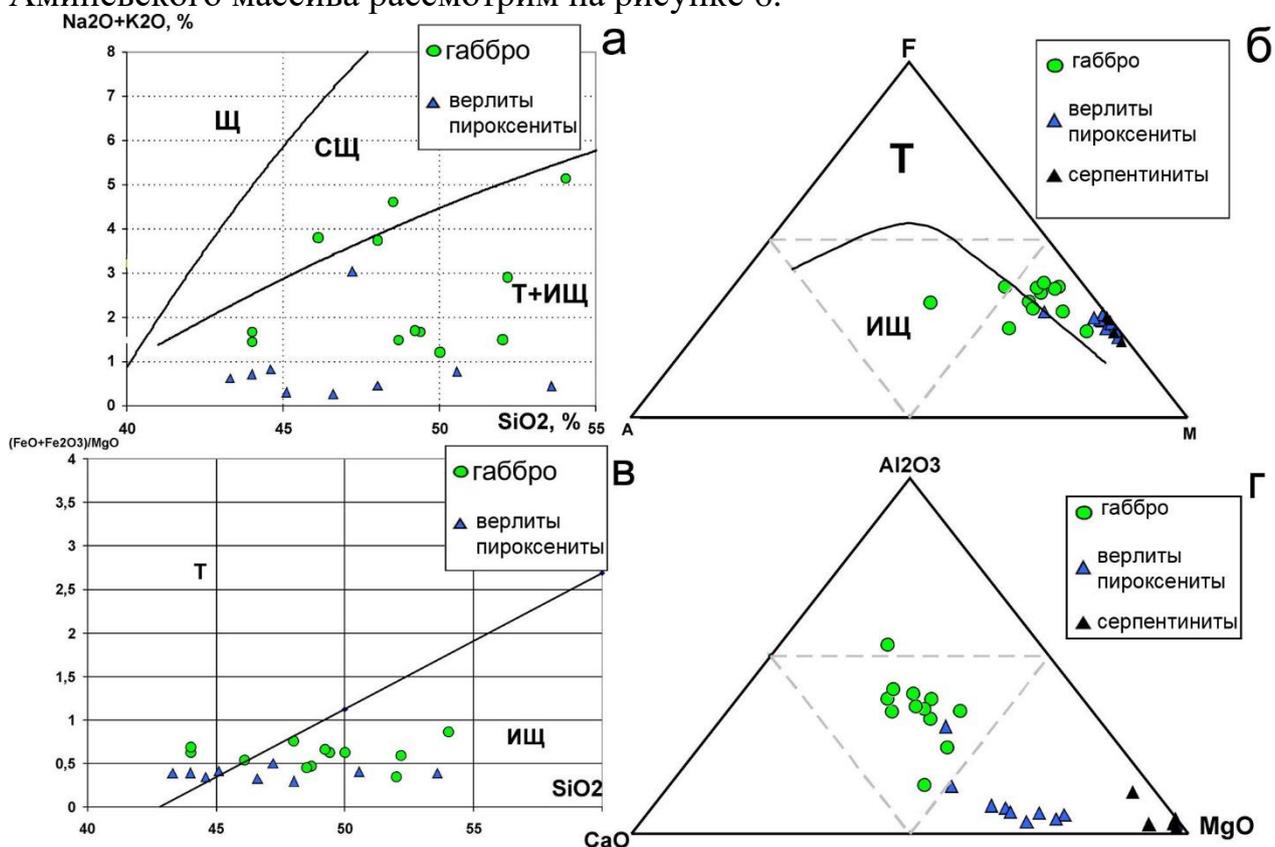


Рис. 6 – Петрохимические диаграммы для пород габброидного комплекса Аминевского массива

Обратимся к классификационным диаграммам для пород основного состава, в качестве которых традиционно используются соотношения $\text{SiO}_2 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$, $\text{SiO}_2 - (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})/\text{MgO}$ (диаграмма Миаширо), AFM, ACM (рис.6). Данные диаграммы позволяют по комплексу параметров разделять породы, принадлежащие различным петрохимическим сериям: щелочной, субщелочной, известково-щелочной и толеитовой. По критерию Миаширо подавляющее большинство образцов Аминевского массива принадлежат к известково-щелочным. Подобная же направленность изменения состава пород от ультрабазитов к габбро наблюдается на диаграмме AFM.

Распределение в ультрабазитах редкоземельных элементов характеризуется преобладанием в их составе тяжелых лантаноидов по сравнению с легкими.

В целом, содержание РЗЭ в породах близко к хондритовому, а соотношение $\text{La}_N < \text{Yb}_N$ подтверждает отнесение их к умеренно деплетированному реститу.

В габброидах Аминевского массива содержание редкоземельных элементов не на много превышает таковое в серпентинитах. По характеру распределения редкоземельных элементов среди габброидов выделяется тип с М-образным видом кривой и наиболее высокими содержаниями лантаноидов.

Форма кривой обусловлена повышенными концентрациями средних РЗЭ (Sm, Dy, Gd) по отношению к легким и тяжелым и отрицательной аномалией европия. Другая часть образцов габбро обнаруживает типично офиолитовое распределение лантаноидов с постепенным повышением хондрит-нормированного отношения в ряду от La до Lu. Следует отметить, что габбро Аминевского массива с подобным типом распределения по уровню концентрации РЗЭ значительно уступает многим офиолитовым базитам [9]. В верлитах и клинопироксенитах содержание РЗЭ имеет промежуточные значения между таковыми в реститах и габбро. Соотношение между тяжелыми и легкими РЗЭ в целом близко к единице, то есть кривая распределения представляет собой практически прямую линию на уровне 2-3 единиц хондритового уровня (рис. 7).

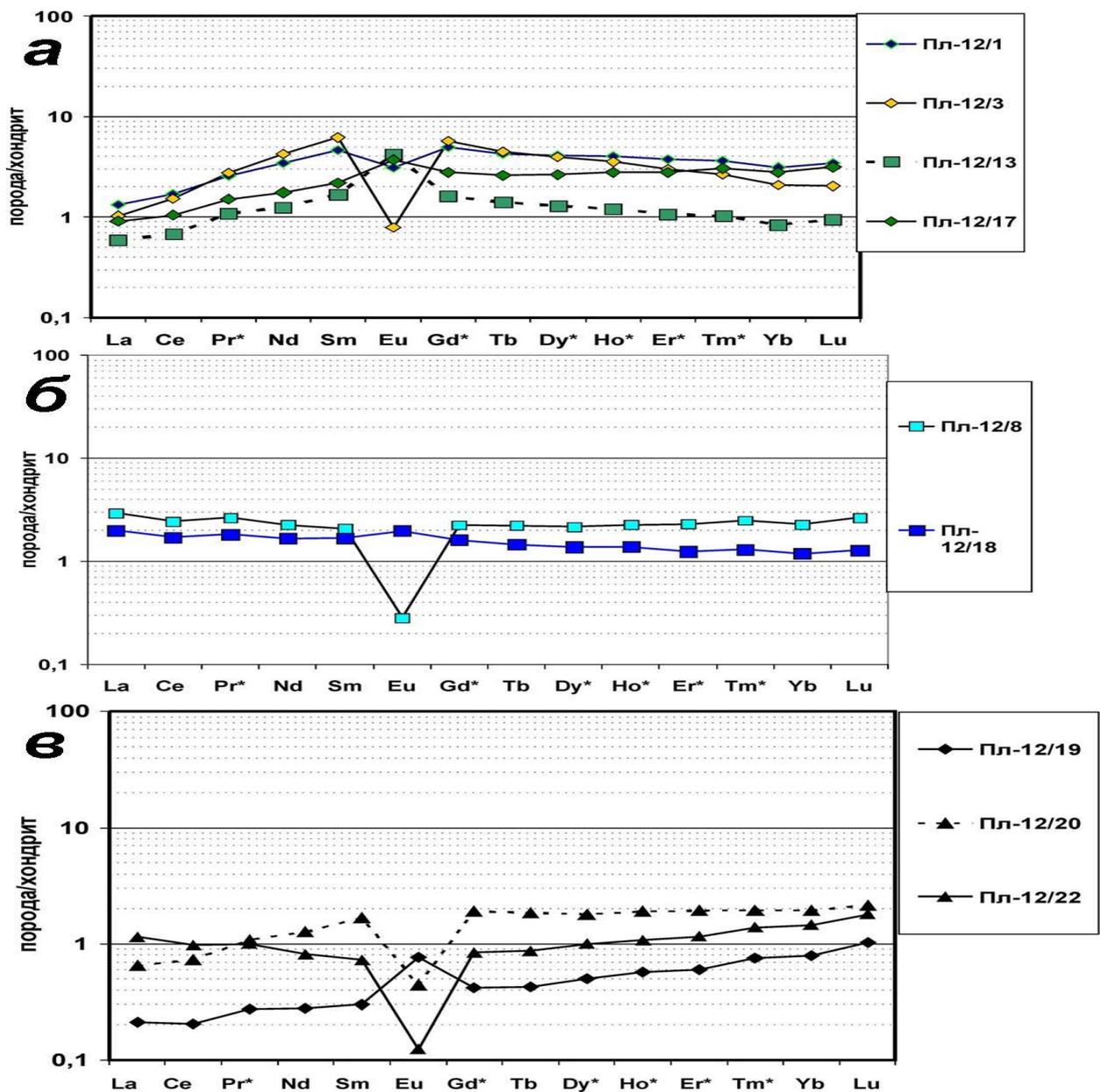


Рис. 7 – Распределение редкоземельных элементов в ультрамафитах и габброидах Аминевского массива

где: а – габброиды, б – верлиты и клинопироксениты, в – серпентиниты

Обсуждение и выводы. Приведенные выше геологические, петрографические и петрохимические характеристики ультраосновных и основных пород Аминевского массива позволяют отметить значительное сходство рассматриваемого комплекса с офиолитовыми ассоциациями, несмотря на интенсивно проявленные вторичные процессы (серпентинизацию, амфиболизацию). Подобные изменения являются довольно типичными для офиолитов складчатых областей и описаны в многочисленных публикациях [10]. Принадлежность серпентинитов к антигоритовой фации сопоставляется с

эпидот-амфиболитовой фацией регионального метаморфизма [11]. По петрохимии и нормативному минеральному составу изученные серпентиниты сопоставимы с типичными реститовыми ультрамафитами офиолитов, аналогичные выводы были ранее сделаны также относительно серпентинитов Куликовского и ряда других массивов, которые входят вместе с Аминевским в Миасс-Куликовский пояс [12, 13]. Вероятно, протолитом полностью серпентинизированных ультрамафитов являлись гарцбургиты.

В северной части массива картируется комплекс пород, включающий габброиды и клинопироксениты с реликтами верлитов, который может интерпретироваться как представитель переходных корово-мантийных ассоциаций офиолитов и низов разреза корового комплекса. Петрохимические данные (низкие содержания щелочей и титана) не противоречат данной интерпретации и позволяют отнести верлит-клинопироксенит-габбровую ассоциацию к офиолитовому типу.

Проведенное изучение геологического строения Аминевского массива, а также петрографических, геохимических особенностей пород, позволило сформулировать следующие основные выводы.

1. В строении массива ведущая роль принадлежит полностью серпентинизированным ультрамафитам, метаморфизованным в антигоритовой фации, что сопоставимо с эпидот-амфиболитовой фацией регионального метаморфизма. Судя по ряду петрографических и геохимических особенностей протолитом для антигоритовых серпентинитов служили гарцбургиты офиолитового типа.

2. Для серпентинитов массива характерны очень низкие содержания всех «базальтоидных» оксидов: CaO, Al₂O₃, TiO₂, щелочей и высокие - тугоплавких компонентов: MgO, Ni, Cr. Это позволяет сопоставить их с реститами от частичного плавления верхнемантийного субстрата.

3. Породы верлит-клинопироксенит-габбровой ассоциации по геохимическим особенностям сопоставимы с аналогичными образованиями, присутствующими в офиолитовых габбро-ультрабазитовых массивах. Низкая титанистость, преимущественно известково-щелочной состав и низкое содержание редкоземельных элементов указывают на сходство изученных пород с мафитами островных дуг — дифференциатами расплавов от довольно высоких степеней частичного плавления пиrolита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.
2. Сначев А.В., Пучков В.Н., Савельев Д.Е., Сначев В.И. Геология Арамилско-Сухтелинской зоны Урала. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2006. 176 с.

3. Сначев А.В., Пучков В.Н., Сначев В.И., Савельев Д.Е., Бажин Е.А. Большаковский габбровый массив — фрагмент южно-уральской зоны раннекаменноугольного рифта // Докл. РАН. 2009. Т. 429, № 1. С. 79–81.
4. Казанцева Т.Т., Казанцев Ю.В. Фундаментальные проблемы геологии Южного Урала. Уфа: Гилем, Башк.энцикл. 2016. 312 с.
5. Мамаев Н.Ф. Геологическое строение и история развития восточного склона Южного Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1965. 169 с. (Труды / ИГ УНЦ АН СССР; Вып. 73).
6. Puchkov V.N. (1997) Structure and geodynamics of the Uralian orogen. In *Orogeny Through Time*. Published by The Geological Society London. Ed. J.-P. Burg and M. Ford. Pp. 201–236.
7. Соболев Н.Д. Ультрабазиты Большого Кавказа. М.: Госгеолиздат. 1952. 239 с.
8. Малахов И.А. Петрохимия ультрабазитов Урала. Свердловск, 1966. 234 с.
9. Магматические горные породы. Т.3. Основные породы. /под. ред. Шаркова Е.В./ М.: Наука 1985. 488 с.
10. Магматические горные породы. Т.5. Ультраосновные породы /под ред. Е.В. Шаркова. М.: Наука, 1988. 508 с.
11. Макеев А.Б., Брянчанинова Н.И. Топоминералогия ультрабазитов Полярного Урала. С.-Пб.: Наука, 1999.
12. Тевелев А.В., Кошелева И.А. Геологическое строение и история развития Южного Урала (Восточно-Уральское поднятие и Зауралье). М., МГУ, 2002, 123 с.
13. Тевелев А.В., Кошелева И.А., Попов В.С. и др. Палеозойды зоны сочленения Восточного Урала и Зауралья / Под ред. А.М. Никишина. М.: Изд-во МГУ, 2006. 300 с. (Труды / Лаборатория складчатых поясов МГУ; Вып. 4. 300 с.

REFERENCES

1. Puchkov V.N. *Geology of the Urals and Cis-Urals (actual problems of stratigraphy, tectonics, geodynamics and metallogeny)*. Ufa: DesignPoligraphService, 2010. 280 p.
2. Snachev A.V., Puchkov V.N., Saveliev D.E., Snachev V.I. *Geology of Aramil-Sukhtely zone of Urals*. Ufa: DizaynPoligraphService. 2006. 176 p.
3. Snachev A.V., Puchkov V.N., Snachev V.I., Saveliev D.E., Bazhin E.A. Bolshakovskii gabbro massif as a fragment of the Southern Urals zone of Early-Carboniferous rift // *Doklady of Earth Sciences*. 2009. V. 429. P. 1267-1269.
4. Kazantseva T.T., Kazantsev Y.V. *Fundamental problems of geology of the Southern Urals*. Ufa: Gilem, Bashk. encycl. 2016. 312 p.
5. Mamaev N.F. *Geological building and evolution history of eastern slope of Southern Urals*. Sverdlovsk: IGG USC AN USSR. 1965. 169 p.

6. Puchkov VN (1997) Structure and geodynamics of the Uralian orogen. In *Orogeny Through Time*. Published by The Geological Society London. Ed. J.-P. Burg and M. Ford. Pp. 201–236.
7. Sobolev N.D. Ultrabasites of Greater Caucasus. Moscow: Gosgeolizdat. 1952. 239 p.
8. Malakhov I.A. Petrochemistry of ultrabasites of Urals. Sverdlovsk: IGG USC AN USSR. 1966. 234 p.
9. Magmatic rocks. V.3. Basic rocks / Ed. Sharkov E.V. Moscow: Nauka, 1985. 488 p.
10. Magmatic rocks. V.5. Ultrabasic rocks / Ed. Sharkov E.V. Moscow: Nauka, 1988. 508 p.
11. Makeev A.B., Bryanchaninova N.I. Topomineralogy of ultrabasites of Polar Urals. Sankt-Peterburg: Nauka. 1999.
12. Tevelev A.V., Kosheleva I.A. Geological structure and evolution of the Southern Urals (East Uralian Uplift and Trans-Urals). Moscow: MSU. 2002. 123 p.
13. Tevelev A.V., Kosheleva I.A., Popov V.S. Paleozooids of the junction zone of the Eastern Urals and Trans-Urals / Ed. A.M. Nikishin. Moscow: MSU, 2006. 300 p.

Сведения об авторе:

Савельев Дмитрий Евгеньевич, член Отделения Наук о Земле и нефтегазовых технологий Академии наук Республики Башкортостан; доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН). 450006, г. Уфа, Российская Федерация ул. Карла Маркса, д. 16/2. E-mail: savl71@mail.ru. ORCID ID: 0000-0001-8910-6992.

Author's personal details

Savelyev Dmitry Evgenievich, member of the Department of Earth Sciences and Oil and Gas Technologies of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan; Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Chief Researcher, Institute of Geology - a separate structural unit of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (IG UFIC RAS). 450006, Ufa, Russian Federation st. Karla Marksa, 16/2. E-mail: savl71@mail.ru. ORCID ID: 0000-0001-8910-6992.

© Савельев Д.Е.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КАРБОНАТНЫХ ПОРОД КАМЫШЛИНСКОГО ГОРИЗОНТА КАЗАНСКОГО ЯРУСА ГОРСКОГО ПОДНЯТИЯ

© Мударисова Раушания Айдаровна,

Институт геологии и нефтегазовых технологий Казанский (Приволжский) федеральный университет г. Казань, Российская Федерация

© Лукьянова Резеда Габдрашитовна,

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Российская Федерация

Актуальность исследования определяется тем, что детальное изучение вещественного и элементного состава карбонатов органогенных построек, сформированных на древних шельфах и испытавших различную степень влияния вторичных процессов на породы представляет как научный, так и практический интерес для геологов-нефтяников. В статье с применением методов рентген-флуоресцентного анализа (РФА) рассмотрено распределение главных и рассеянных элементов в двух типах доломитов камышлинского горизонта казанского яруса Горского поднятия: оолитовых и реликтово-органогенных известковистых доломитов. По генетическим классификациям карбонатов проведена типизация этих отложений, большинство пород отнесены к типу известковистых доломитов. По результатам исследования РФА подтверждена их органогенная природа, преобразованность и перекристаллизация. Известняки и доломиты содержат информацию о палеосреде и палеоклимате, а распределение главных и рассеянных элементов является эффективным инструментом реконструкции палеогеографических условий формирования и преобразования осадочной толщи, в то же время, геохимические и петрофизические исследования позволяют оптимизировать систему разработки месторождений высоковязких нефтей.

Ключевые слова: казанский ярус, геохимия, карбонатные отложения, доломит, сверхвязкая нефть.

FEATURES OF THE GEOCHEMICAL COMPOSITION OF CARBONATE ROCKS OF THE KAMYSHLI HORIZON OF THE KAZAN STAGE OF THE MOUNTAIN UPWARD

© Mudarisova Raushaniya Aidarovna,

Institute of Geology and Oil and Gas Technologies Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russian Federation

© Lukyanova Rezeda Gabdrashitovna,

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russian Federation

The relevance of the study is determined by the fact that a detailed study of the material and elemental composition of carbonates of organogenic structures formed on ancient shelves and which experienced varying degrees of influence of secondary processes on the rocks is of both scientific and practical interest for petroleum geologists. Using X-ray fluorescence analysis (XRF) methods, the article examines the distribution of major and trace elements in two types of dolomites of the Kamyshlin horizon of the Kazan stage of the Gorsky uplift: oolitic and relict-organogenic calcareous dolomites. Based on genetic classifications of carbonates, these deposits were classified; most of the

rocks were classified as calcareous dolomites. Based on the results of the XRF study, their organogenic nature, transformation and recrystallization were confirmed. Limestones and dolomites contain information about the paleoenvironment and paleoclimate, and the distribution of major and trace elements is an effective tool for reconstructing the paleogeographic conditions of the formation and transformation of sedimentary strata, while at the same time, geochemical and petrophysical studies allow optimizing the system for developing high-viscosity oil fields.

Key words: Kazanian stage, geochemistry, carbonate sediments, dolomite, super-viscous oil.

Введение. Карбонатные породы широко распространены в осадочном чехле. Особенностью строения нижнеказанского подъяруса Волго-Камского региона является развитие мощной толщи морских и лагунных образований.

Изучаемое Горское месторождение сверхвязких нефтей (СВН) Иглайкинской площади структурного бурения открыто еще в прошлом веке при целенаправленном изучении пермских отложений Мелекесской впадины структурным бурением. Основными продуктивными отложениями на месторождении, приуроченные к камышлинскому горизонту казанского яруса, являются оолитовый известковистый доломит и реликтивно-органогенный известковистый доломит (рис. 1). Из вторичных процессов отмечаются кальцитизация и сульфатизация. Коллектор неравномерно интенсивно нефтенасыщен. Карбонатные породы камышлинского горизонта залегают под песчано-глинистыми отложениями красноярского горизонта казанского яруса и подстилаются, в основном, ангидритами сакмарского яруса. Значимость этого объекта подчеркивается тем фактом, что карбонатные толщи органогенных построек, сформированных на древних шельфах, имеют высокую первичную пористость и часто являются ловушками нефти и газа. А определение особенностей геологического строения коллектора и условия его формирования необходимы для оптимизации геологоразведочных работ и системы разработки залежей СВН.

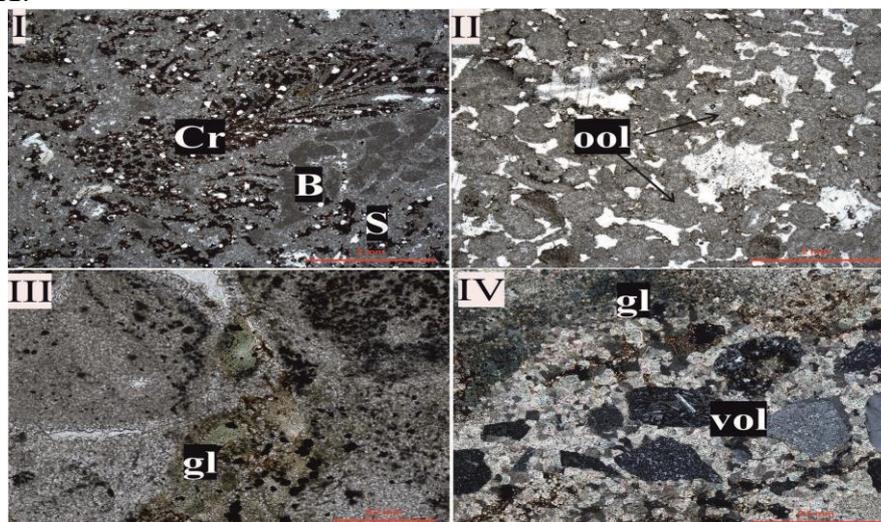


Рис. 1 – Микрофотографии петрографических шлифов пород камышлинского горизонта,

где: I - реликтивно-органогенный доломит, сложенный колониями мшанок в прижизненном положении (ув.×0,5; николи II); II - оолитовый доломит, (ув.×0,5; николи II); III - глауконит в реликтивно-органогенном доломите, (ув. ×5; николи +), IV - обломки эффузивных пород и глауконит в глинистом доломите, (ув. ×2; николи +). Легенда: Ool – ооиды, Cr – криноидеи, B – мшанки, S – водоросли, gl – глауконит, vol –вулканическое стекло

Впервые в Среднем Поволжье оолитовые доломиты в отложениях казанского яруса описаны в работе Б.П. Кротова [1]. Он считал, что доломитизация оолитовых известняков сопровождалась процессами перекристаллизации. Полноценно керновый и каротажный материал Горского месторождения СВН начали изучать с 70-х годов 20 века на кафедре геологии нефти и газа Казанского университета и в тресте «Татнефтегазразведка» ПО «Татнефть». В результате первых обобщенных петрографических исследований в пределах Горского месторождения выделено два типа пород коллекторов: реликтивно-органогенные и оолитовые доломиты [2]. В работе [3] С.С. Эллерном в разрезе карбонатной толщи казанского яруса (камышлинский горизонт) выделяются четыре пласта, отвечающих элементарным циклам осадконакопления. В работе [4] Нургалиевой Н.Г. дополнена схема С.С. Эллера и приведена типизация пород карбонатной толщи. В работе [5] Успенским Б.В. по геолого-геофизическим материалам выявлены восемь литологических признаков карбонатной толщи и приведены гистограммы и карты распределения по этим факторам.

На основе литолого-петрографического изучения доломитовых секций разрезов казанского яруса и их парамагнитных свойств в [6] Мухутдиновой Н.Г. выделены два типа доломитов - диагенетические и эпигенетические (метасоматические). Первые тесно ассоциируют с сульфатами и образовались вместе с ними путем доломитизации известковых илов согласно реакции Гайдингера. Эпигенетические доломиты формировались либо в процессе доломитизации известняков инфильтрующимися растворами $MgSO_4$ и $MgCl_2$, согласно реакциям Гайдингера и Мариньяка, либо при воздействии на известняки окисляющихся залежей углеводородов.

В работе [7] обсуждается, что на формирование ловушек СВН, в том числе и Горской, оказала влияние унаследованность структурно-тектонических планов и палеоподнятий эрозионно-останцового характера сакмарского времени, которая продолжала играть определенную роль в палеогипсометрии рельефа дна казанского бассейна. В камышлинское время над останцами образовались «банковские» отмели, с отложением органогенно-обломочных известняков. Вторую группу ловушек СВН Г.А. Петров связывает с литофацией оолитовых пород, которые также контролируются локальными поднятиями.

На формирование Горской структуры большое влияние оказали тектоно-седиментационные процессы, связанные с развитием внешней бортовой зоны

Усть-Черемшанского прогиба Камско-Кинельской системы некомпенсированных прогибов. На основе палеотектонических реконструкций авторами установлен органогенный генезис структуры [8]. Образование нижнеказанских отложений в пределах краевой части восточного борта Мелекесской впадины происходило в очень сложной геологической обстановке. В начале казанского века, усилившиеся тектонические опускания привели к расширению морского бассейна. Максимального развития раннеказанское море достигло в камышлинское время, что привело к возобновлению роста Горской органогенной структуры [8]. Изменение гидродинамической обстановки в периоды нарастающей регрессии бассейна седиментации способствовало обильному выпадению оолитов в мелководной части Горской структуры. В красоярское время общий подъем территории и привнос терригенного материала привели к прекращению образования органогенной постройки.

Так как все предшествующие изыскания не дали полной картины условий и времени формирования Горской ловушки, целью настоящих исследований является изучение геохимического состава камышлинской карбонатной толщи казанского яруса Горского поднятия для воссоздания условий образования, преобразования и разрушения залежи СВН.

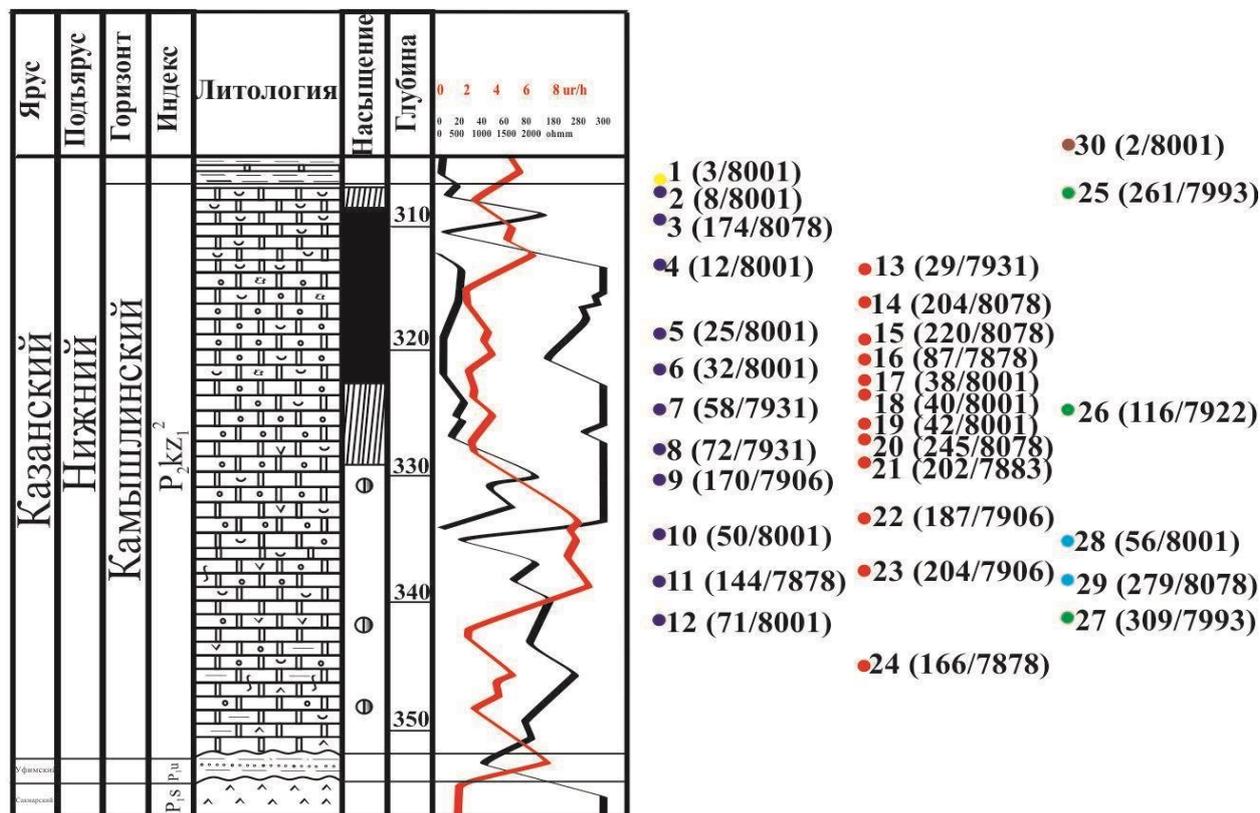
Задачами рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) является определение и изучение элементного состава карбонатных образцов и интерпретация условий их образования. Известняки и доломиты органогенных построек, сформированных на древних шельфах, содержат информацию о палеосреде и палеоклимате, а распределение главных и рассеянных элементов является эффективным инструментом реконструкции палеогеографических условий формирования и преобразования осадочной толщи.

Микроэлементы и второстепенные элементы, содержащиеся в карбонатных минералах, могут либо замещать одну из основных структурных групп, Ca^{2+} или CO_3^{2-} , либо адсорбироваться на внешней поверхности кристаллов, в виде дефектов решетки и/или загрязняющих минеральных фаз или растворов [9]. Только 1% концентрации Mg и Sr находится в обменных позициях внутри карбоната, остальные замещены Ca. Все элементы, входящие в состав карбонатов, можно разделить на второстепенные элементы (Sr, Mg и Na), обычно присутствующие в концентрациях от 100 до 1000 ppm, и микроэлементы, обычно присутствующие в концентрациях менее чем 10 ppm [10].

Минеральный состав карбонатов и нерастворимого остатка четко отражается химически: окислы CaO, MgO, MnO, FeO характеризуют карбонатную часть, а SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , Na_2O – нерастворимый остаток [11].

Методы. С помощью рентгенофлуоресцентного анализа авторами были изучены 30 образцов керна карбонатных пород камышлинского возраста. Отбор образцов проводился из продуктивных отложений шести скважин, в зависимости

от сохранности керна Горского месторождения. Распределение образцов по сводному разрезу Горского месторождения СВН представлено на рисунке 2. Образец №2/8001 представлен терригенной породой, поэтому при интерпретации не учитывался.



Условные обозначения:

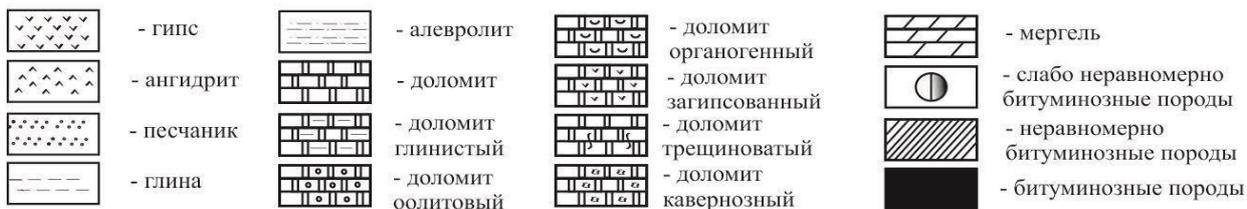


Рис. 2 – Сводный разрез Горского месторождения СВН с приведением места отбора образцов по разрезу,

где: синие кружки – реликтивно-органогенный доломит, красные – оолитовый доломит, зеленые – глинистый доломит, голубой – пеллоидный доломит, желтый - известняк.

Методика выполнения работ РФА: образцы экстрагированного керна материала (матрикса породы) измельчались до частиц размером менее 10. Навеска образца горной породы, массой 0,5 г, помещалась в керамический тигель и прокаливалась при температуре 1100°C в течение двух часов для определения потерь при прокаливании (ППП). Другая навеска образца, массой 4 г, смешивалась с органическим воском и прессовалась на подложку из борной

кислоты с усилием в 300 кН. Анализ образца проводился по стандартной методике Geoquant, состоящей из наборов градуировочных графиков, построенных по стандартным образцам, с использованием математического обсчета и метода фундаментальных параметров. Полученный спектр анализировался с помощью программного обеспечения Bruker Spectra Plus WDX, Bruker AXS Eval2. При обработке из спектра удалены или откорректированы ошибки автоматического распознавания, паразитные пики, дифракционные явления и матричные эффекты. Для учета неопределяемых элементов были использованы величины ППП.

Результаты и обсуждение. Для типизации карбонатных пород камышлинских отложений Горского месторождения использовались две генетических классификации: тройная диаграмма DCI и диаграмма Л.В. Анфимова (MgO-CaO) [11].

Построение тройной диаграммы и интерпретация результатов РФА выполнены по методике [12], в которой авторами был предложен метод расчета минерального состава на основе химического анализа с помощью систем уравнений, в результате которого получают процентные соотношения кальцита (С), доломита (D) и нерастворимого остатка (I), составляющего образец рассматриваемой преобразованной карбонатной породы. Эти процентные соотношения представляют собой входные данные для тройной диаграммы DCI (доломит-кальцит-нерастворимый остаток) и позволяют легко квалифицировать карбонатные породы по 14 литофациальным зонам, переработанной классификации В. Martinet and J. Sougy, 1957 [13] (рис. 3).

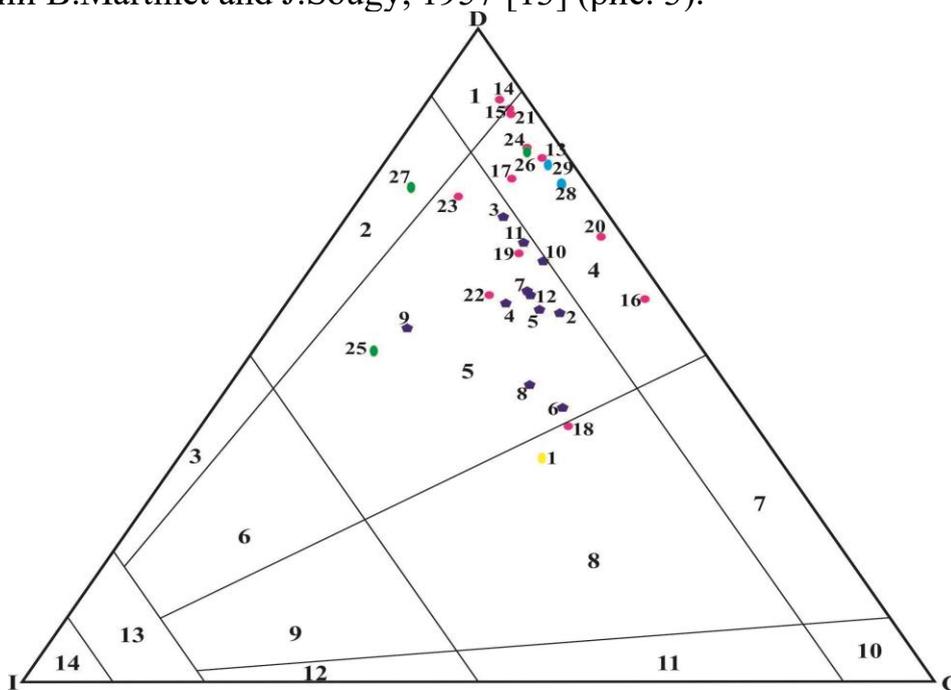


Рис. 3 – Тройная диаграмма DCI для классификации карбонатных пород по их массовому процентному содержанию кальцита (%) (С), доломита (%) (D) и нерастворимого остатка (I) [13],

где: 1) dolomites; 2) siliceous dolomites; 3) dolomitic cherts; 4) calcareous dolomites; 5) calcareous-siliceous dolomites; 6) dolomitic-calcareous cherts; 7) dolomitic limestones; 8) dolomitic-siliceous limestones; 9) calcareous-dolomitic cherts; 10) more or less magnesian limestones; 11) more or less magnesian siliceous limestones; 12) more or less magnesian calcareous cherts; 13) impure cherts; 14) cherts.

Условные обозначения образцов: на рисунке 2.

Наибольшее количество образцов карбонатных пород залегает в областях 4, 5 (известковистые и известковисто-глинистые доломиты), реликтовое-органогенный доломит чаще представлен только известковисто-глинистым доломитом, оолитовый доломит - практически в равных частях сложен известковисто-глинистым доломитом и известковистым доломитом, реже доломитом и доломитово-глинистым известняком. Возможно, это объясняется различными условиями формирования и постседиментационными преобразованиями изучаемых пород (рис. 3).

При изучении карбонатных пород рифея Башкирского мегантиклинория Л.В. Анфинов [11] выделил петрографические типы и разновидности карбонатов. График, построенный в координатах CaO-MgO, устанавливает петрохимические тренды, согласующиеся с классификационными схемами L. Saueux, С.Г. Вишнякова [14] и Е.К. Фроловой с дополнениями авторов, по минеральному составу рядов известняк-доломит, доломит-магнезит. Этот же график опосредованно, через содержания CaO и MgO отражает в карбонатных породах количество нерастворимого остатка в соответствии с принятым подразделением их на чистые, глинистые, мергели и карбонатные сланцы.

Все карбонатные образцы по диаграмме Л.В. Анфимова [11] (рис. 4) расположены в полях доломит кальцитовый (известковистый) и известняк доломитовый. Большинство образцов отнесены к глинистым и чистым карбонатам, три образца (№ 170, 261, 3/8001) представлены мергелями.

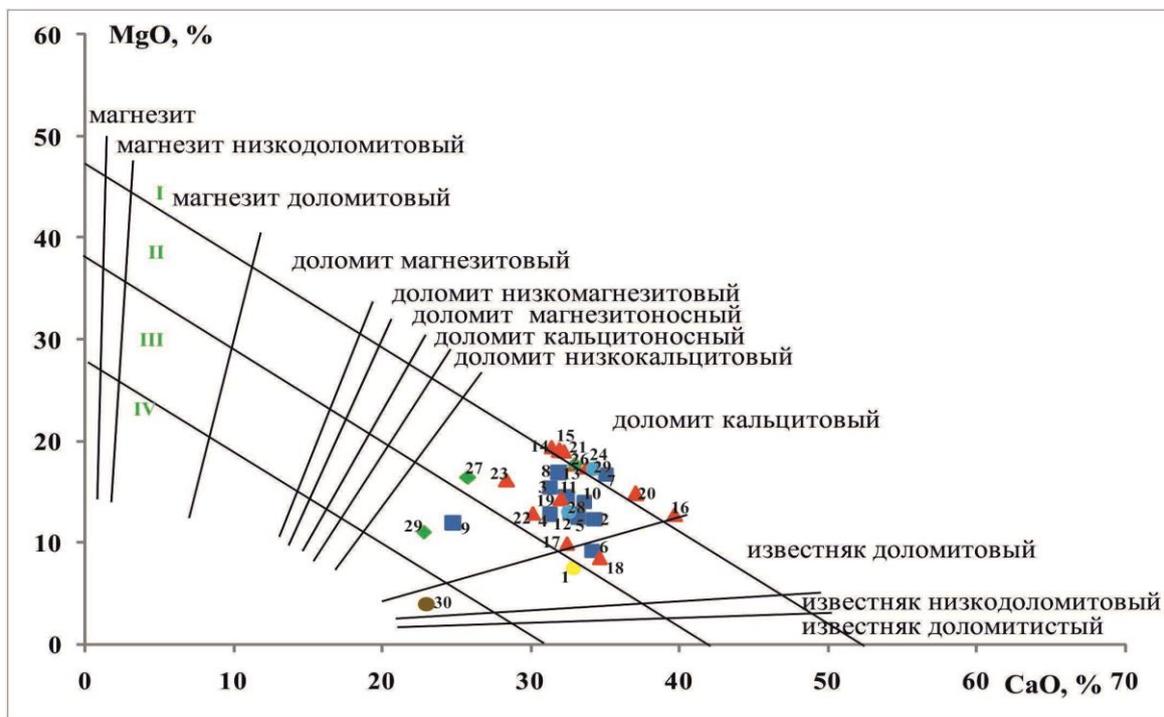


Рис. 4 – Диаграмма Л.В. Анфимова (MgO-CaO) для карбонатных пород, где: I – чистые карбонатные породы, II – глинистые карбонатные породы, III – мергели, IV – карбонатные сланцы [11]

Доломит ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) представляет собой смешанный кристалл с кальцитом (CaCO_3) и магнезитом (MgCO_3). Кальцит, магнезит и доломит составляют группу ромбоэдрического кальцита и могут быть приближены к структуре хлорида натрия NaCl при условии, что кубическая элементарная ячейка подавлена вдоль ее диагональной оси. Двухвалентный катион заменяет анион натрия, а карбонатная группа заменяет ион хлора. Карбонатная группа не является центром симметрии, поскольку три атома кислорода в магнезите и кальците располагаются в углах равностороннего треугольника, а углерод находится в его центре. Небольшие искажения и отклонения сохраняют структурную устойчивость доломита [15].

Вещественный состав доломита: окись кальция (CaO) 30,4%, окись магния (MgO) 21,7%, двуокись углерода (CO_2) 47,9%. Структура его подобна структуре кальцита. Особенностью кристаллической структуры доломита является то, что ионы кальция Ca^{2+} и магния Mg^{2+} чередуются вдоль тройной оси. Доломит имеет тригональную сингонию. Замещение крупных атомов кальция меньшими по размеру атомами магния приводит к снижению симметрии кристаллической структуры и морфологии доломита.

Концентрации основных и микроэлементов в доломите контролируются несколькими факторами: карбонатным первичным минералом, химией доломитизирующей жидкости и диагенетической природой окружающей среды [16]. Второстепенные элементы, содержащиеся в карбонатных минералах, могут

быть заменены основными структурными группами, Ca^{2+} или CO_3^{2-} , адсорбирующимися на внешней кристаллической поверхности, как дефекты решетки и/или как загрязняющие минеральные фазы или включения [10]. Элементы с ионными радиусами меньше, чем у Ca (Fe, Mn, Zn и др.) накапливаются во время диагенетических событий [9], а повышение их концентраций может быть показателем постседиментационных преобразований породы. Стронций Sr, у которого ионный радиус близкий к ионному радиусу Ca, входит в структуру кальцита и доломита еще на стадии седиментации. Концентрация стронция в кальците достигает 7000 ppm [16], в доломите изменяется от 500 до 800 ppm [17]. Отношение Mn/Sr позволяет оценить степень постседиментационных преобразований в карбонатах [18, 19]. В качестве граничных параметров этого показателя принимают: для доломитов Mn/Sr=2, для известняков Mn/Sr=0,2, выше этих значений порода считается преобразованной, ниже – не измененной [19]. По данным РФА большинству образцов доломитовых пород Горского месторождения СВН соответствуют значения $\text{Mn/Sr} \geq 2$, свидетельствующие о преобразовании породы.

Для современных рифов, как правило, характерны самые высокие содержания Sr по сравнению с другими фаціальными типами карбонатных осадков (исключая эвапоритовые лагуны, где возможна химическая осадка целестина), но для ископаемых рифов, характерно совершенно противоположное распределение Sr: содержания Sr в них чаще всего понижены [20]. Низкие концентрации стронция характерны для рифов, так как органогенные постройки находятся на поверхности морского дна, и нередко выходят на дневную поверхность, карбонаты теряют стронций и обогащают им донные воды. Также низкие концентрации стронция, вследствие его выноса, связаны, по-видимому, со значительной перекристаллизацией пород [21].

По результатам, полученным в ходе исследований в пробах карбонатных пород Горского поднятия концентрации Sr в целом низкие 20-136 ppm, хотя в трех пробах достигают высоких значений 1148,8-3422,3 ppm (образцы 309/7993, 50/8001, 56/8001), характерных для доломита, находящегося в равновесии с морской водой (~500–800 ppm, например, [22]). В целом полученные данные подтверждают ранее проведенные исследования авторов: установленная органогенная природа Горского поднятия, значительная преобразованность слагающих его биохеогенных карбонатов и подверженность залежи СВН процессам разрушения [8].

Высокие значения натрия Na, равные 535-12178 ppm, предполагают, что он выпадал в осадок из солевых жидкостей не морского происхождения [16]. Концентрации Fe и Mn в доломите отражают как окислительно-восстановительные условия [23], так и концентрацию этих элементов в доломитизирующих жидкостях [24]. Одним из важных источников марганца могут служить поверхностные Mn-содержащие отложения, обогащенные в

ограниченном пространстве бассейнов седиментации и привнесенные во время седиментации или диагенеза [25]. Концентрации Fe и Mn в морских доломитах варьируют от 3 до 50 г/т [18]. Концентрация Mn в доломитах Горского поднятия изменяется в пределах 61-1017 ppm, что, возможно, объясняется его осаждением из соленых бассейновых флюидов. Содержание железа Fe колеблется в пределах 550-8122 ppm. В образце 261/7993 наблюдается повышенное содержание железа, равное 18069 ppm, что может объясняться присутствием здесь остатков эффузивных пород и глауконита (рис. 1 IV).

Появление TiO_2 в образцах, представленных оолитовым, местами песчанистым оолитовым доломитом, по-видимому, связано с интенсивным поступлением обломочного материала. А высокое отношение TiO_2/Al_2O_3 в глинистом доломите свидетельствует о химическом выветривании с образованием аутигенного глауконита (рис. 1 III), являющегося индикатором гальмиролиза, для которого благоприятны места медленного отложения осадков [26], а также свидетельствуют о перерывах в осадконакоплении в камышлинское время.

Выводы.

1. При интерпретации результатов РФА с применением классификаций В. Martinet and J.Sougy, 1957 и Л.В. Анфимова авторами установлено, что породы-коллекторы камышлинского горизонта казанского яруса Горской структуры в большей степени относятся к типу известковистых доломитов. Результаты геохимических исследований свидетельствуют о том, что доломиты, имеющие первоначальный биохемогенный генезис, подвергались неоднократным постседиментационным преобразованиям, которые подтверждаются и микроописаниями керн.

2. В исследуемых доломитах камышлинского возраста значение отношения Mn/Sr большинства образцов выше 2, что указывает на преобразованность доломитов, а также прямая корреляция между содержаниями железа и марганца связана с перекристаллизацией породы. Низкие значения Sr (20-136 ppm) в карбонатах свидетельствуют об органогенном происхождении Горского поднятия, а также о перекристаллизации горных пород. Оолитовый доломит и реликтивно-органогенный доломит сформированы в различных палеофациальных условиях, что отобразилось и на кластерных диаграммах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кротов Б.П. (1925) Доломиты, их образование, условия устойчивости в земной коре и изменения в связи с изучением доломитов верхних горизонтов казанского яруса в окрестностях г. Казани *В сборнике: Труды Казанского общества естествоиспытателей*, т. 50. вып. 6. 110 с.

2. Продуктивные битуминозные толщи пермских отложений Мелекесской впадины и Южно-Татарского свода (1982). Под. ред. В. И. Троепольского, Н. П. Лебедева. *Казань: Изд-во КГУ*, 104 с.
3. Виноходова Г.В., Эллерн С.С. (1985) О строении нижней части казанского яруса востока Мелекесской впадины и особенности распределения битумов. В сборнике: *Геология и геохимия нефтей и природных битумов. Казань: Казанский университет*, С. 8-24.
4. Нургалиева Н.Г. (2000) Микропетрографические характеристики литотипов казанских битумоносных отложений Северо-восточного борта Мелекесской впадины. *Георесурсы*, вып. 1 (2). С. 28-35.
5. Успенский Б.В., Валеева У.Ф. (2008) Геология месторождений природных битумов Республики Татарстан. *Казань: Изд-во ПФ «ГАРТ»*, 347 с.
6. Мухутдинова Н.Г. (1991) Литология и битумоносность отложений казанского яруса Мелекесской впадины ТССР: дис. ... канд. геол.-мин. наук: 04.00.21. *Казань*, 194 с.
7. Петров Г.А. (2000) Литолого-фациальный анализ битумоносных комплексов верхнепермских отложений в связи с оценкой ресурсов битумов на территории Татарстана: Дис. канд. геол.-минерал. наук. 04.00.21. *Казань*, 235 с.
8. Мударисова Р.А., Лукьянова Р.Г., Успенский Б.В. (2021) Палеотектонические реконструкции условий формирования Горского месторождения сверхвязкой нефти. *Нефтяное хозяйство*, №6. С. 27-31 (DOI: 10.24887/0028-2448-2021-6-27-31).
9. McIntire W.L. (1963) Trace element partition coefficients- a review of theory and applications to geology *Geochim. Cosmochim. Acta*, V. 27. P. 1209-1264.
10. Swart P.K. (2015) The geochemistry of carbonate diagenesis: the past, present and future *Sedimentology*, V.62. I.5. P. 1233-1304 (DOI:10.1111/sed.12205).
11. Анфимов Л.В. (1997) Литогенез в рифейских осадочных толщах Башкирского мегантиклинория (Ю.Урал) *Екатеринбург*, 290 с.
12. Mishe H., Simler R., Affaton P., Mickala O., Boudzoumou F. (2013) New computerized method for the geochemical classification of Precambrian carbonate rocks: case of a set of African cap carbonates *International Journal of Geosciences*, V. 4 P. 37-49 (DOI:10.4236/ijg.2013.410A005)
13. Martinet B. and Sougy J. (1957[1961]) Utilisation Pratique des Classifications Chimiques des Roches Carbonatées *Annales de la Faculté des Sciences de Dakar*, P. 81-92.
14. Шванов В.Н., Фролов В.Т., Сергеева Э.И. и др. (1998) Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов *СПб.: Недра*, 352 с.
15. Herndon E.M., Navig, J.R., Singer D.M., McCormick M.L., Kump L.R. (2018) Manganese and iron geochemistry in sediments underlying the redox-stratified Fayetteville Green Lake *Geochimica et Cosmochimica Acta*, V. 231(8). P. 50-63. (DOI:10.1016/j.gca.2018.04.013)

16. Banner J.L. (1995) Application of the trace element and isotope geochemistry of strontium to studies of carbonate diagenesis *Sedimentology*, V. 42. P. 805 – 824.
17. Land L.S. (1980) The isotopic and trace element geochemistry of dolomite: the state of the art. In Concepts and Models of Dolomitization. In: Zenger D.H., Dunham J.B., Ethington R.L. (Eds.) *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*, Special Publication, 28. P. 87-110.
18. Veizer J. (1983) Chemical diagenesis of carbonates: theory and application of trace element technique. In: Arthur M.A., Anderson T.F., Kaplan I.R., Veizer J., Land L.S. (Eds.), *Stable Isotopes in Sedimentary Geology, SEPM Short Course Notes*, 10. P. 3.1–13.1.
19. Васильева К.Ю. (2017) Стадийность постседиментационных изменений карбонатных пород рифея – венда Куюмбинского месторождения и ее связь с геологической эволюцией Байкитской антеклизы (юго-запад Сибирской платформы): Дис. канд. геол.-мин. наук 25.00.01. *Санкт-Петербург*, 137 с.
20. Юдович Я.Э., Майдль Т.В., Иванова Т.И. (1980) Геохимия стронция в карбонатных отложениях (В связи с проблемой геохимической диагностики рифов). *Ленинград, «Наука»*, 152 с.
21. Coniglio M. (2003) Dolomitization and recrystallization of middle Silurian reefs and platformal carbonates in the Guelph Formation, Michigan Basin, southwestern Ontario *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, V. 51, N 2. P. 177-199.
22. Kırmacı, M.Z. (2013) Origin of dolomite in the Late Jurassic platform carbonates, Bolkar Mountains, central Taurides, Turkey: petrographic and geochemical evidence *Chem. Erde e Geochem*, V. 73, N. 3. P. 383-398. (DOI:10.1016/j.chemer.2012.11.001)
23. Junbo Gao, Ruidong Yang, Hai Xua, Xu Zhang, Kangning Feng, Lulin Zheng (2018) Genesis of Permian sedimentary manganese deposits in Zunyi, Guizhou Province, SW China: Constraints from geology and elemental geochemistry *Journal of Geochemical Exploration*, 192. P. 142-154 (DOI:10.1016/j.gexplo.2018.06.012)
24. Mahboubi A., Nowrouzi Z., Al-Aasm I.S., Moussavi-Harami R., Mahmudy-Gharaei M.H. (2016) Dolomitization of the Silurian Niur Formation, Tabas block, east central Iran: Fluid flow and dolomite evolution *Marine and Petroleum Geology*, V. 77 P. 791-805 (DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2016.07.023)
25. Duan J., Fu Y., Zhang Z., Xiao J., Wu C. (2020) Genesis of the Dounan manganese deposit of southeast Yunnan, China: Constraints from the mineralogy and geochemistry of micronodules *Journal of Geochemical Exploration*, V. 214. art. 106541 (DOI:10.1016/j.gexplo.2020.106541)
26. Серия «Науки о Земле» Том 30. Карбонатные породы. Том 2. (1970) Физико-химическая характеристика и методы исследования. Под редакцией Бисселл Г., Фейрбридж Р.У., Чилингар Дж.В. *Москва: Изд-во «Мир»*, 270 с.

Сведения об авторах:

Мударисова Раушания Айдаровна, старший преподаватель кафедры геологии нефти и газа им. акад. А.А. Трофимука, Институт геологии и нефтегазовых технологий Казанский (Приволжский) федеральный университет ИГиНГТ КФУ, 420008, Казань, Кремлевская, 18, (843) 233-79-82, rayshania@mail.ru. ORCID ID (код автора) 0000-0001-7374-5060. Researcher ID (идентификатор автора) ААМ-5072-2021.

Лукьянова Резеда Габдрашитовна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии нефти и газа им. акад. А.А. Трофимука, Институт геологии и нефтегазовых технологий Казанский (Приволжский) федеральный университет ИГиНГТ КФУ, 420008, Казань, Кремлевская, 18, (843) 233-79-82, rezeda-l@yandex.ru

Author's personal details:

Mudarisova Raushaniya Aidarovna, senior lecturer at the Department of Oil and Gas Geology named after. acad. A.A. Trofimuk, Institute of Geology and Oil and Gas Technologies Kazan (Volga Region) Federal University IGiNGT KFU, 420008, Kazan, Kremlevskaya, 18, (843) 233-79-82, rayshania@mail.ru. ORCID ID (author code) 0000-0001-7374-5060. Researcher ID (Author ID) ААМ-5072-2021.

Lukyanova Rezeda Gabdrashitovna, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Oil and Gas Geology named after. acad. A.A. Trofimuk, Institute of Geology and Oil and Gas Technologies Kazan (Volga Region) Federal University IGiNGT KFU, 420008, Kazan, Kremlevskaya, 18, (843) 233-79-82, rezeda-l@yandex.ru

© Мударисова Р. А., Лукьянова Р.Г.

**ЛИТОЛОГИЯ И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ
ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ НИЖНЕПЕРМСКОГО
КАРБОНАТНОГО КОМПЛЕКСА НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНО-
ТАТАРСКОГО СВОДА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

© Смакова Миляуша Абузаровна, © Шиянова Евгения Олеговна,
© Чанышева Лолита Наилевна
ООО «РН-БашНИПИнефть»,
г. Уфа, Российская Федерация

В работе приведены результаты исследования отложений филипповского горизонта кунгурского яруса на территории Южно-Татарского свода. Актуальность исследования данных отложений связана с их недостаточной изученностью в платформенной части РБ и перспективами промышленной нефтеносности. Детальные петрографические, электронно-микроскопические исследования позволили выделить разные морфологические формы кристаллов доломита. В том числе были выявлены нетипичные шестиугольные пинакоидальные формы, слагающие прослои с повышенными значениями фильтрационно-емкостных свойств. Данные литотипы могут рассматриваться в качестве потенциальных коллекторов. Изучение закономерности их распространения позволит выделить литолого-фациальный критерий – один из основных при выделении наиболее перспективных зон нефтегазоаккумуляции.

Ключевые слова: кунгурский ярус, филипповский горизонт, доломиты, пинакоидальная форма кристаллов, нефтенасыщение, фильтрационно-емкостные свойства, нижнепермский НГК.

**LITHOLOGY AND FEATURES OF FORMATION OF PRODUCTIVE
HORIZONS OF THE LOWER PERMIAN CARBONATE COMPLEX IN THE
SOUTH TATARIAN ARCH OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN**

© *Smakova Milyausha Abuzarovna*, © *Shyanova Evgenia Olegovna*,
© *Chanysheva Lolita Nailevna*
RN-BashNIPIneft LLC
Ufa, Russian Federation

Summary. The article presents the results of a study of deposits of the filippov horizon of the kungurian stage on the territory of the South Tatarian Arch. The relevance of the study of these deposits is associated with their insufficient knowledge in the platform part of the Republic of Bashkortostan and the prospects for industrial oil-bearing capacity. Detailed petrographic and electron microscopic studies made it possible to identify different morphological forms of dolomite crystals. In particular, atypical hexagonal pinacoidal shapes were identified, composing layers with increased reservoir properties. These lithotypes can be considered as potential reservoirs. Studying the patterns of their distribution will allow us to highlight the lithological-facial criterion - one of the main ones in identifying the most promising oil and gas accumulation zones.

Key words: kungurian stage, filippov horizon, dolomites, pinacoidal crystals, oil saturation, reservoir properties, Lower Permian oil and gas complex.

Введение. Промышленная нефтегазоносность в нижнепермском карбонатном комплексе установлена в пределах 39 месторождений, 35 из которых расположены в Предуральском прогибе и только 4 в платформенной части Башкортостана.

В настоящее время все большее значение принимают вопросы промышленной нефтеносности нижнепермских отложений на месторождениях платформенной части Республики Башкортостан [1]. Актуальность их изучения связана с высоким нефтегазоносным потенциалом, небольшими глубинами залегания, а также успешным опытом освоения объектов-аналогов в соседних регионах. Основные нефтепроявления в зоне Южно-Татарского свода приурочены к пласту К4 филипповского горизонта кунгурского яруса и составляют более половины запасов всего нижнепермского нефтегазоносного комплекса (НГК) в этой зоне. Однако проблемой для отложений данного пласта является их недостаточная изученность, сильная неоднородность фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС), которые характеризуются преимущественно низкими значениями проницаемости. При изучении такого типа коллекторов большое внимание уделяется структурно-минералогическим особенностям пород и влиянию их на структуру пустотного пространства.

Отложения пласта К4 представлены доломитами неравномерно сульфатизированными, прослоями с примесью глинистого материала, неравномерно пористыми и кавернозно-пористыми, участками трещиноватыми (по плоскостям трещин и наслоений карбонатно-глинистое вещество, иногда битум). Породы однородные массивные и слоистые, участками тонкослоистые. Пустотное пространство в них представлено преимущественно межкристаллическими пустотами, реже кавернами выщелачивания, полыми ризокрециями и иногда внутрикристаллическими порами. Нефтенасыщение как послойное, так и равномерное, с различной интенсивностью. Сульфатизация проявлена в заполнении пустот, а также в виде примеси, гнездовидных и линзовидных включений и однородных прослоев ангидритов разнокристаллических.

Методика работ. В рамках работы проведены литолого-петрографические исследования отложений филипповского горизонта по 24 скважинам. Объем изученного материала составил 218 м кернового материала и 170 петрографических шлифов.

Микроскопические исследования шлифов были выполнены на микроскопе Olympus BX53 с цифровой микроскопной видеокамерой SIMAGIS XS-3CU. Описание литотипов дано по классификации Р. Данэма [2].

Определение открытой пористости образцов керна осуществлялся газоволюметрическим методом на автоматизированном приборе AP-608 производства CORETEST Systems (США), на котором также проводилось исследование проницаемости образцов по гелию методом нестационарной фильтрации.

Изучение микроструктуры пустотного пространства пород, морфологии кристаллов, их минерального состава проводились на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega Compact с энерго-дисперсионным анализатором Xplorer 15 Oxford Instruments.

Условия осадконакопления и особенности отложений филипповского горизонта. В верхнекаменноугольную эпоху территория Южно-Татарского свода, Бирской седловины и Благовещенской впадины представляла собой приподнятую область субмеридионального простирания, покрытую неглубоким морем нормальной солености, открытым в сторону Приуралья, в условиях которого происходило накопление карбонатного материала – известняков и доломитов. В начале сакмаро-ассельского времени она представляла собой мелководную часть шельфа и прибрежную зону, унаследованную от верхнекаменноугольной эпохи. Как в западном направлении, так и вверх по разрезу отмечается возрастание роли доломитов, увеличение сульфатизации [3, 4].

В кунгурское время территория Республики Башкортостан представляла собой мелководный бассейн лагунного типа, постепенно пересыхающий и засоляющийся (рис. 1). В западной части окраины лагуны – в области стока соленость бассейна была невысокой, у восточной границы – под влиянием стока уральских пресных вод обозначилась полоса опреснения. По направлению к центральной части, к которой приурочена и зона Южно-Татарского свода, соленость бассейна возрастала, что привело к образованию мощных ангидритово-доломитовых толщ, слагающих филипповский горизонт. В периоды некоторого углубления бассейна и, по-видимому, опреснения, возможно связанного с кратковременным сообщением с открытым морем, на территории района происходило формирование однородных прослоев доломитов [4, 5]. В результате, в филипповское время образовались ангидритово-доломитовые пачки, с которыми связаны основные перспективы нефтегазоносности, а в иреньское время гипсово-ангидритовые, соленосные образования, являющиеся породами покрывками.

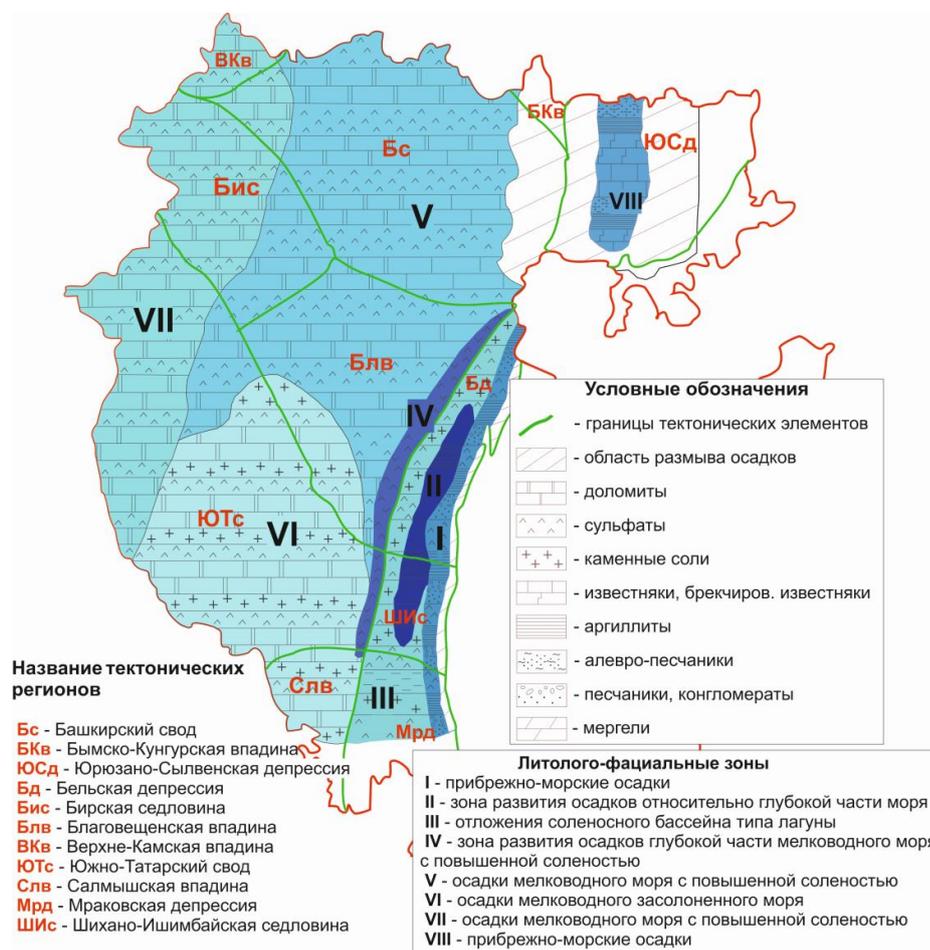


Рис. 1. Лито-фациальная карта кунгурского яруса (по Сяндюкову А.З., 1975 с изменениями).

Выделенные в платформенной части зоны V, VI и VII (рис. 1) отличаются степенью засоленности бассейна, которая повлияла на соотношение суммарных мощностей доломитов и ангидритов и, как оказалось, на морфологию кристаллов доломита. В ходе петрографического изучения и анализа на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) отложений филипповского горизонта было выделено несколько морфологических разновидностей кристаллов доломита: от пелитоморфной кристаллической массы, стандартных ромбических форм до менее типичных пластинчатых, шестиугольных и пинакоидальных кристаллов (рис. 2а, 2в). Пелитоморфные разновидности сложены кристаллами размерами менее 0,005 мм, нередко перекристаллизованы до субидиоморфных кристаллов размерами до 0,01 мм, реже 0,1 мм. Ромбоэдры идиоморфные, размерами до 0,1 мм, редко с выщелоченной центральной частью. Выделяются также бочонковидные, таблитчатые и чешуйчатые формы кристаллов (рис. 2б, 2г), являющиеся своего рода переходными разновидностями от ромбических к шестиугольным пинакоидальным кристаллам.

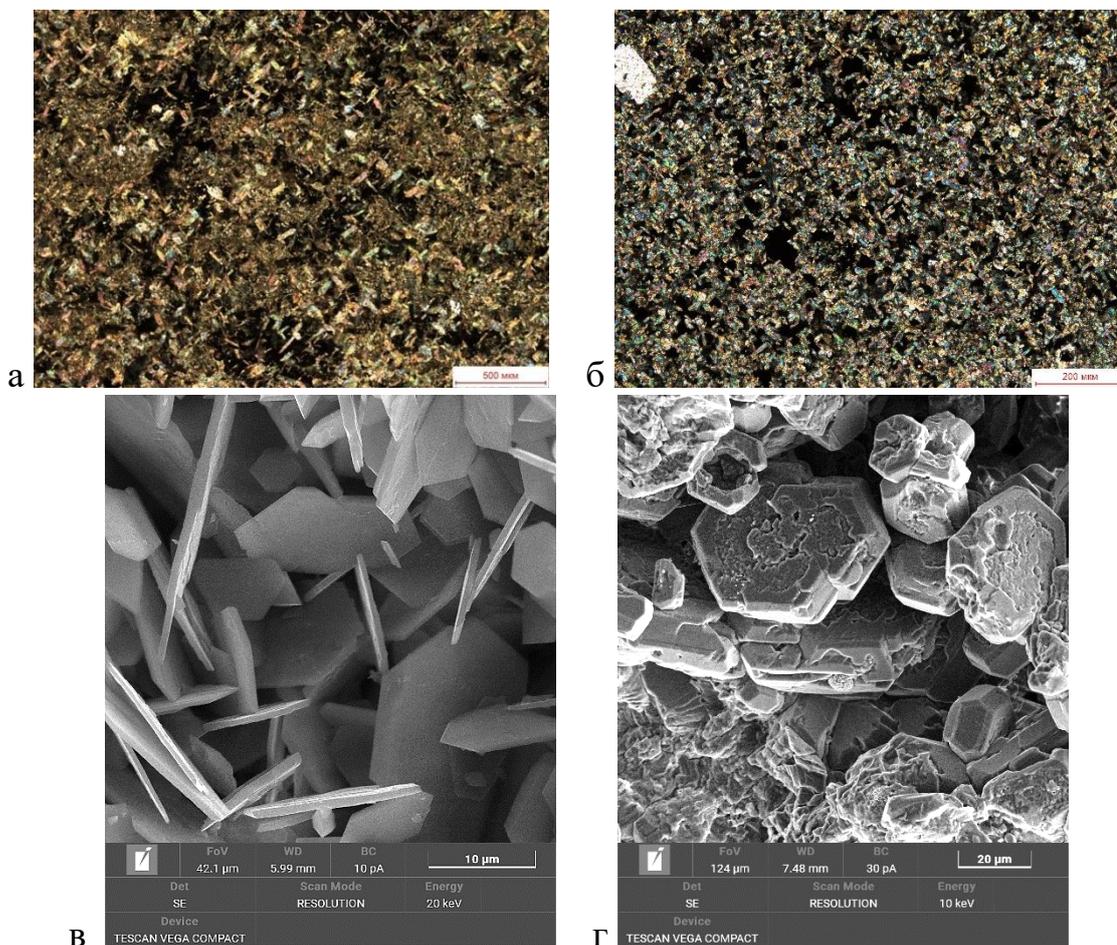


Рис. 2. Фотографии шлифов (а, б) и СЭМ-снимки (в, г) доломитов филипповского горизонта, сложенных нетипичными кристаллами:

а, в – игольчатые кристаллы в шлифе и пинакоидальные, шестиугольные, пластинчатые кристаллы на СЭМ в доломите с реликтовой микробиально-водорослевой структурой; б, г – тонкопризматические и игольчатые кристаллы в шлифе и бочонковидные, таблитчатые кристаллы на СЭМ в доломите тонкокристаллическом.

Как правило, в природе кристаллы доломита представлены формой основного ромбоэдра с различной степенью идиоморфности. В литературе также описаны нетипичные формы кристаллов, как и те, что наблюдаются в изученных образцах филипповского горизонта [6, 7, 8]. Их шестиугольная пинакоидальная форма объясняется комбинацией простого ромбоэдра и базопинакоида, причем в нашем случае базопинакоид преобладает. Образование такой формы, вероятно, связано с эволюцией кристаллов. По мнению некоторых кристаллографов, основными факторами изменения формы кристаллов являются: уменьшение температуры питающего раствора, изменение насыщенности и состава раствора, эволюция структурных состояний воды при падении температуры, а также уменьшение ретикулярных плотностей граней, что приводит к появлению граней в порядке [7].

Мировой опыт изучения нетипичных кристаллов доломита показывает, что такие кристаллы встречаются в отложениях кунгурских солей Пермского края [9, 10], в разрезах пермских доломитов в Германии [11], в карбонатных породах кембрийского возраста Восточно-Сибирского соленосного бассейна [12] и являются результатом диагенетических преобразований доломита в морских эвапоритовых условиях из первичных карбонатов.

Как было отмечено ранее, формирование отложений филипповского горизонта на территории Южно-Татарского свода происходило в мелководном эпиконтинентальном бассейне, постепенно пересыхавшем и засолявшемся [3, 4]. В изучаемых разрезах нетипичная пинакоидальная морфология кристаллов приурочена к пористым и разуплотненным породам, представленным доломитами оолитовыми, доломитами с реликтовой микробиально-водорослевой структурой, доломитами тонко-микрористаллическими с ризокрециями и биотурбациями зоны субаэральной экспозиции.

В связи с вышесказанным можно предположить, что усиление эвапоритизации в филипповско-иреньское время и усыхание бассейна приводило к взаимодействию с метеорными водами в зоне аэрации, в результате чего происходило частичное выщелачивание и перекристаллизация ранее разуплотненных участков пород с образованием шестиугольных кристаллов доломита.

Литолого-петрофизическая характеристика отложений филипповского горизонта и закономерность их распределения. Литолого-петрографическое изучение доломитов филипповского горизонта позволило выделить 5 литотипов. При типизации особое внимание уделялось морфологии кристаллов доломитов, давалась характеристика петрофизических свойств пород. Также был выделен литотип 6, представленный ангидритом, который играет роль флюидоупора.

Литотип 1. Доломит микро-тонкокristаллический, пористый. Структура и морфология кристаллов: в шлифах игольчатые формы, на СЭМ таблитчатые, шестиугольные, пинакоидальные, пластинчатые формы кристаллов, иногда с выщелоченной центральной частью. Текстура: наклонно-тонкослоистая, тонкослоистая. Пустотное пространство представлено межкристаллическими порами, реже внутрикристаллическими порами, образованными в результате выщелачивания. Значения пористости по данным ФЕС в пределах 12,6-34,8%, а проницаемость достигает 27,62 мД.

Литотип 2. Доломит микро-тонкокristаллический, пористый. Структура и морфология кристаллов: идиоморфные ромбоэдрические формы кристаллов, часто с выщелоченной центральной частью (рис. 3б). Текстура: массивная, пятнистая. Пустотное пространство представлено межкристаллическими и внутрикристаллическими порами. Значения пористости по данным ФЕС достигают 18,4%, а проницаемости – 18,72 мД.

Литотип 3. Доломит микро-тонко-, прослоями микрокристаллический, с реликтовой микробиально-водорослевой структурой, пористый. Структура и морфология кристаллов: в шлифах игольчатые и пелитоморфные формы, на СЭМ таблитчатые, шестиугольные, пинакоидальные, пластинчатые формы кристаллов, участками пелитоморфная кристаллическая масса (рис. 3а). Текстура: тонкослоистая. Пустотное пространство представлено межкристаллическими порами. Значения пористости по данным ФЕС достигают 33%, а проницаемость до 10,84 мД.

Литотип 4. Доломит тонко-микрокристаллический, иногда с реликтами биокластов, плотный с редкими порами. Структура и морфология кристаллов: преимущественно субидиоморфные формы и сплошные пелитоморфные кристаллические массы, редко по пустотам отмечаются игольчатые и бочонковидные кристаллы (рис. 3г). Текстура: тонкослоистая, массивная. Пустотное пространство преимущественно заполнено сульфатами (рис. 3в), редко отмечаются открытые межкристаллические поры. Значения пористости по данным ФЕС на участках развития пор достигают 30%, а проницаемость варьирует в пределах 0,1-22,1 мД.

Литотип 5. Доломит оолитовый/с реликтовой структурой грейнстоун известняков пелоидных, неравномерно сульфатизированный. Структура и морфология кристаллов: ромбоэдры идиоморфные и субидиоморфные, участками (преимущественно в инкрустации пустот) шестиугольные, пластинчатые (рис. 3е). Текстура: слабосрезанная, косослоистая. Пустотное пространство частично или полностью залечено сульфатами (рис. 3д), участками с открытыми межформенными и межкристаллическими порами. Значения пористости по данным ФЕС достигают 16,4%, а проницаемость варьирует в пределах 1,29-13,36 мД.

Литотип 6. Ангидриты разнокристаллические, плотные, с неравномерно распределенными прожилками доломита, преимущественно микрокристаллического. Структура и морфология кристаллов: сноповидные, волокнистые агрегаты, неправильные и призматические зерна. Текстура: массивная, реже пятнистая.

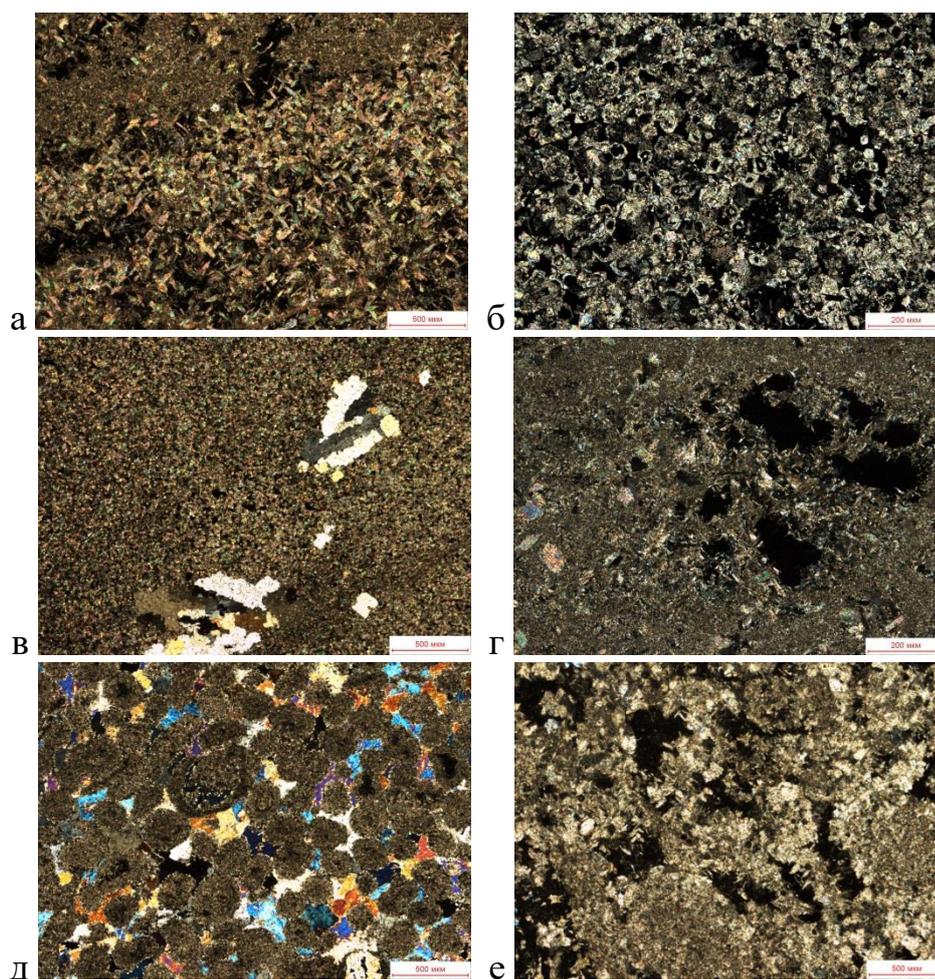


Рис. 3. Фотографии петрографических шлифов:

а – игольчатые кристаллы в доломите с реликтовой микробальной структурой; б – ромбические кристаллы с выщелоченной центральной частью в доломите микро-тонкокristаллическом; в – субидиоморфные кристаллы в микрокристаллическом доломите с участками сульфатизации; г – игольчатые кристаллы по ризокрециям в микрокристаллическом доломите; д – доломиты оолитовые, сульфатизированные по пустотам; е – доломиты оолитовые с игольчатыми кристаллами по стенкам пустот.

Для оценки коллекторских свойств доломитов были сформированы выборки цилиндрических образцов с лабораторными данными пористости и проницаемости, каждая из которых характеризует литотипы по отдельности. Полученный график зависимости пористости от проницаемости показал, что каждый из литотипов обладает широким диапазоном изменения фильтрационно-емкостных свойств (рис. 4).

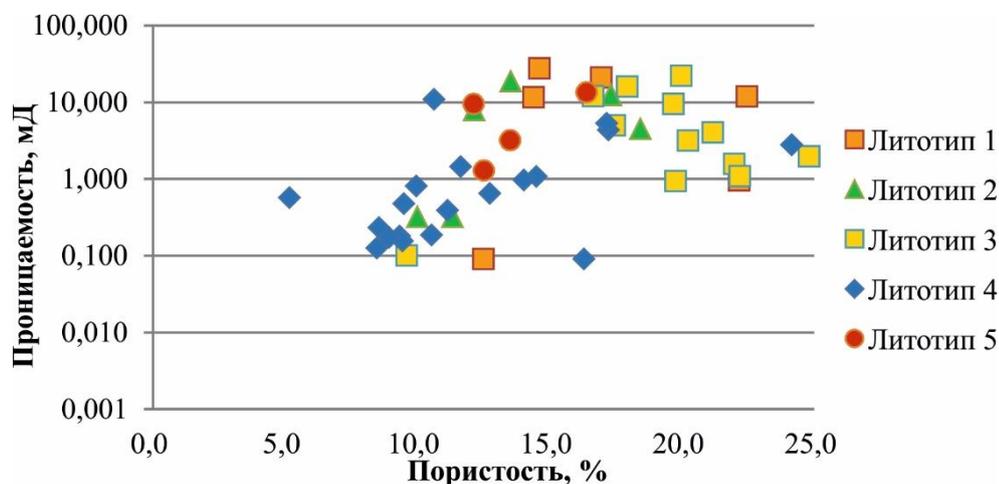


Рис. 4. Зависимость $K_{пр}$ от K_p по литотипам.

Такая неоднородность объясняется неравномерным заполнением пор и межпоровых каналов ангидритом при их выпадении из пластовых вод. Тем не менее, по графику (рис. 4) отмечается, что наиболее высокие значения ФЕС соответствуют литотипам 1, 2 и 3, среди которых 1 и 3 сложены кристаллами шестиугольной формы, а литотип 2 представлен ромбоэдрическими кристаллами с выщелоченной центральной частью. Более высокие значения ФЕС в литотипах 1 и 3 связаны с развитием шестиугольных кристаллов доломита, их взаимной ориентировкой и расположением, кроме того, к ним приурочено нефтенасыщение.

Выявлена закономерность в распределении доломитов нетипичной морфологии – увеличение частоты обнаружения их в разрезе скважин в направлении с северо-запада на юго-восток Южно-Татарского свода, что коррелирует с увеличением солёности бассейна в данном направлении (рис. 1). Для выявления закономерности распределения выделенных литотипов по территории, была рассчитана их мощность по скважинам с полным выносом керна из целевого объекта К4 и представлена в виде диаграммы. Из диаграммы видно, что к юго-восточной зоне Южно-Татарского свода приурочено нефтенасыщение и возрастает мощность отложений, сложенных пинакоидальными кристаллами (рис. 5, линия скважин отмечена на карте красным цветом).

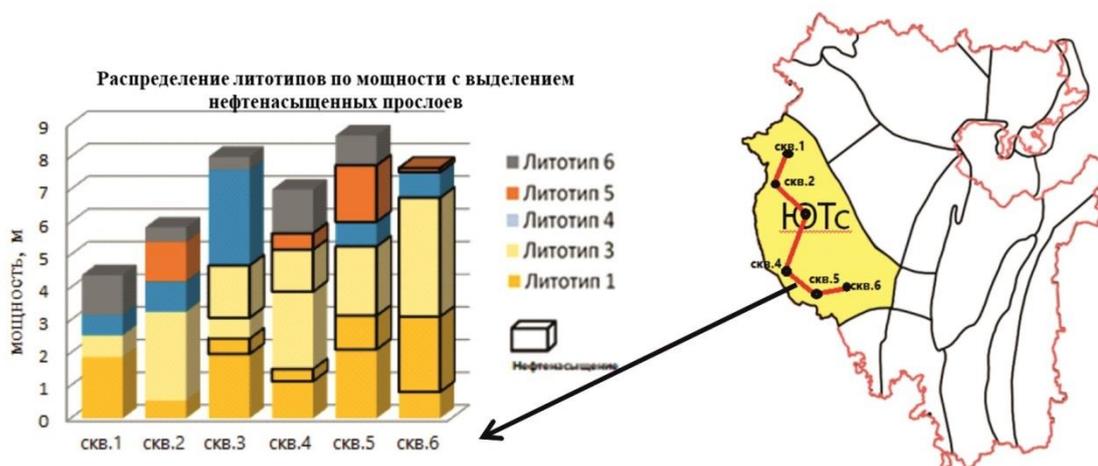


Рис. 5. Распределение литотипов по скважинам в направлении от северо-запада на юго-восток с выделением мощности нефтенасыщенных прослоев.

Заключение. Проведенные исследования отложений филипповского горизонта наряду со стандартными ромбоэдрическими и пелитоморфными формами позволили выявить также нетипичные шестиугольные пинакоидальные кристаллы. Анализ условий осадконакопления отложений и опубликованной литературы, дает возможность предположить, что нетипичные шестиугольные кристаллы доломита образовались в процессе диагенетического преобразования пород в морских эвапоритовых условиях и являются результатом инкрустирования пористых и разуплотненных участков пород. Увеличение частоты встречаемости в разрезах скважин нетипичных кристаллов в направлении с северо-запада на юго-восток Южно-Татарского свода также свидетельствуют о том, что чем выше была соленость бассейна, тем больше их содержание.

Выявлено, что нефтенасыщенные прослои приурочены к литотипам, сложенных преимущественно кристаллами доломита шестиугольной формы, в которых более высокие значения пористости и проницаемости, вероятно, связаны с ориентировкой и расположением кристаллов. По показателям коэффициентов пористости и проницаемости доломитов пласта К4 отмечается неоднородность, связанная заполнением пор и межпоровых каналов сульфатами. Также установлено, что существенную роль в формировании пород-коллекторов нижней перми играют межкристаллические пустоты, а не трещины как считалось ранее. Литолого-петрографические и петрофизические исследования также позволили подтвердить данный вывод.

Полученные результаты закономерности распространения литотипов потенциальных коллекторов и их данных фильтрационно-емкостных свойств могут служить критериями при вероятностной оценке геологического успеха,

необходимых для выделения наиболее перспективных зон нефтегазоаккумуляции и оценки ресурсного потенциала отложений пласта К4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лозин Е.В. Геология и нефтеносность Башкортостана. Уфа, БашНИПИнефть, 2015. 704 с.: ил.
2. Dunham R.J. Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture // Classification of Carbonate Rocks (ed. Ham W.E.): Tulsa. – AAPG – Memoir 1, 1962. P. 108-121.
3. Лозин Е.В., Масагутов Р.Х., Юнусов М.А., Тюрин А.М. Строение и эволюция осадочного чехла платформенной Башкирии в связи с закономерностями размещения залежей нефти и газа. – Уфа; БашНИПИнефть, 1989. 339 с.
4. Сюндюков А.З. Литология, фации и нефтегазоносность карбонатных отложений Западной Башкирии. М.: Наука, 1975. 175 с.
5. Минкаев В.Н. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности нижнепермских отложений Южно-Татарского свода: диссертация ... кандидата геолого-минералогических наук: 25.00.12. – Уфа, 2004. 142 с.
6. Вертушков Г.Н., Авдонин В.Н. Таблицы для определения минералов по физическим и химическим свойствам: Справочник – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1992. 489 с.
7. Григорьев Д.П., Жабин А.Г. Онтогенез минералов. М.: Наука, 1975. 337 с.
8. Atlas der krystallformen von Victor Goldschmidt. Band 3. Danalith-feldspatgruppe. Heidelberg, Carl Winters Universitätsbuchhandlung, 1916. 247 p.
9. Калинина Т.А. Изотопный состав эвапоритов пермского Прикамья и продуктов их выветривания / Т.А. Калинина // Виртуальные и реальные литологические модели: материалы Всерос. школы студентов, аспирантов и молодых ученых по литологии. - Екатеринбург, 2014. С. 67-69.
10. Коротченкова О.В. Особенности химизма карбонатных минералов Верхнекамского месторождения калийных солей (Пермский край) // Уральская минералогическая школа. 2018, № 24. С. 93-97.
11. Axel Gillhaus, Detlev K.Richter, ThomasGötte, Rolf D.Neuser / From tabular to rhombohedral dolomite crystals in Zechstein 2 dolostones from Scharzfeld (SW Harz/Germany): A case study with combined CL and EBSD investigations // Sedimentary Geology. Volume 228, Issues 3–4, 1 July 2010, Pp. 284-291. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2010.05.003>
12. Коротченкова О.В., Чиркова Е.П. Особенности микропустотного пространства пород нижнетолбачанской подсвиты кембрия Восточно-Сибирского соленосного бассейна // Горное эхо, №3 (76), 2019. С. 5–9. DOI: <https://doi.org/10.7242/echo.2019.3.2>

REFERENCES

1. Lozin E.V. Geology and oil content of Bashkortostan. Ufa: BashNIPIneft, 2015. 704 p.
2. Dunham R.J. Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture // Classification of Carbonate Rocks (ed. Ham W.E.): Tulsa. – AAPG – Memoir 1, 1962. P. 108-121.
3. Lozin E.V., Masagutov R.Kh., Yunusov M.A., Tyurikhin A.M. The structure and evolution of the sedimentary cover of platform Bashkiria in connection with the patterns of distribution of oil and gas deposits. Ufa: BashNIPIneft, 1989. 339 p.
4. Syundyukov A.Z. Lithology, facies and oil and gas potential of carbonate deposits of Western Bashkiria. M.: Nauka, 1975. 175 p.
5. Minkaev V.N. Geological structure and prospects for oil and gas content of the Lower Permian deposits of the South Tatarian arch: dissertation ... candidate of geological and mineralogical sciences: 25.00.12. – Ufa, 2004. 142 p.
6. Vertushkov G.N., Avdonin V.N. Tables for determining minerals by physical and chemical properties: Handbook - 2nd ed., revised. and additional. M.: Nedra, 1992. 489 p.
7. Grigoriev D.P., Zhabin A.G. Ontogeny of minerals. M.: Nauka, 1975. 337 p.
8. Atlas der krystallformen von Victor Goldschmidt. Band 3. Danalith-feldspatgruppe. Heidelberg, Carl Winters Universitatsbuchhandlung, 1916. 247 p.
9. Kalinina T.A. Isotopic composition of evaporites of the Permian Kama region and their weathering products / T.A. Kalinina // Virtual and real lithological models: materials of the All-Russian school of students, graduate students and young scientists in lithology. Ekaterinburg, 2014. Pp. 67-69.
10. Korotchenkova O.V. Features of the chemistry of carbonate minerals from the Verkhnekamsk potassium salt deposit (Perm region) // Ural Mineralogical School, 2018. No. 24. Pp. 93-97.
11. Axel Gillhaus, Detlev K.Richter, Thomas Götte, Rolf D.Neuser / From tabular to rhombohedral dolomite crystals in Zechstein 2 dolostones from Scharzfeld (SW Harz/Germany): A case study with combined CL and EBSD investigations // Sedimentary Geology. Volume 228, Issues 3–4, 1 July 2010, Pp. 284-291. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2010.05.003>
12. Korotchenkova O.V., Chirkova E.P. Features of the microvoid space of rocks of the Lower Tolbachan subformation of the Cambrian of the East Siberian salt-bearing basin // Mountain Echo, No. 3 (76), 2019. Pp. 5–9. DOI: <https://doi.org/10.7242/echo.2019.3.2>

Сведения об авторах:

Смакова Миляуша Абузаровна, старший специалист лаборатории литологических исследований, ООО «РН-БашНИПИнефть», Уфа, Российская Федерация. E-mail: SmakovaMA@bnipi.rosneft.ru. ORCID ID: 0009-0006-8459-0811.

Шиянова Евгения Олеговна, главный специалист лаборатории литологических исследований, ООО «РН-БашНИПИнефть», Уфа, Российская Федерация. E-mail: KalistratovaEO@bnipi.rosneft.ru. ORCID ID: 0009-0002-8686-1209.

Чанышева Лолита Наилевна, старший специалист отдела региональной геологии, ООО «РН-БашНИПИнефть», Уфа, Российская Федерация. E-mail: ChanyshevaLN@bnipi.rosneft.ru. ORCID ID: 0009-0004-9615-6057.

Authors' personal details

Smakova Milyausha Abuzarovna, specialist of the lithological research laboratory, RN-BashNIPIneft LLC, Ufa, Russian Federation. E-mail: SmakovaMA@bnipi.rosneft.ru. ORCID ID: 0009-0006-8459-0811.

Shiyanova Evgenia Olegovna, specialist of the lithological research laboratory, RN-BashNIPIneft LLC, Ufa, Russian Federation. E-mail: KalistratovaEO@bnipi.rosneft.ru. ORCID ID: 0009-0002-8686-1209.

Chanysheva Lolita Nailevna, specialist of the regional geology department, RN-BashNIPIneft LLC, Ufa, Russian Federation. E-mail: ChanyshevaLN@bnipi.rosneft.ru. ORCID ID: 0009-0004-9615-6057.

© Смакова М.А., Шиянова Е.О., Чанышева Л.Н.

ИНИЦИАТОРЫ СОЗДАНИЯ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

© Зайнетдинов Энгель Ахметович

Государственное бюджетное научное учреждение
«Академия наук Республики Башкортостан»,
г. Уфа, Российская Федерация

Статья посвящена обобщению и анализу материалов по созданию новой для Башкирской АССР отрасли народного хозяйства – нефтяной, которая превратила ранее отсталый аграрный регион страны в одну из самых индустриально развитых, экономически мощных и авторитетных. Нефтяная промышленность – важнейшая отрасль экономики страны, надежная экономическая база, источник сырья для химической промышленности и т.д. Нефтяная промышленность Башкортостана является частью топливно-энергетического комплекса Российской Федерации и входит в десятку крупнейших из них. 16 мая 2024 года исполняется 92 года башкирской нефти, которая берет свое начало от первого нефтяного фонтана, полученного из разведочной скважины №702, пробуренной около небольшой башкирской деревушки Ишимбаево Стерлитамакского кантона БАССР. Башкирскую нефтяную целину поднимала вся страна: ученые и геологи Москвы и Ленинграда, нефтяники Баку и Грозного, машиностроители и монтажники Урала и т.д. а также сельская молодежь Башкирии. У истоков создания нефтяной промышленности республики находились многие видные ученые, руководители партийных советских и хозяйственных органов СССР и БАССР. Многие годы в историографии нефтяной промышленности бытовал миф о том, что главным и едва ли не единственным инициатором создания нефтяной промышленности БАССР является академик Иван Михайлович Губин. Новые архивные документы позволяют более объективно осветить этот вопрос.

Ключевые слова: нефть, газ, месторождение, скважина, разведочное бурение, контора бурения, фонтан нефти, промысел, Башнефть.

INITIATORS OF CREATION OF THE OIL INDUSTRY IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

© Zainetdinov Engel Akhmetovich

State budgetary scientific institution

"Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan", Ufa, Russian Federation

The article is devoted to the generalization and analysis of materials on the creation of a new branch of the national economy for the Bashkir Autonomous Soviet Socialist Republic - oil, which turned a previously backward agricultural region of the country into one of the most industrially developed, economically powerful and authoritative. The oil industry is the most important sector of the country's economy, a reliable economic base, a source of raw materials for the chemical industry, etc. The oil industry of Bashkortostan is part of the fuel and energy complex of the Russian Federation and is one of the ten largest of them. May 16, 2024 marks the 92nd anniversary of Bashkir oil, which originates from the first oil gusher obtained from exploration well No. 702, drilled near the small Bashkir village of Ishimbayevo in the Sterlitamak canton of the BASSR. The whole country raised the Bashkir oil virgin soil: scientists and geologists of Moscow and Leningrad, oil workers of Baku and Grozny, machine builders and installers of the Urals, etc. as well as rural youth of Bashkiria. At the origins of the creation of the oil industry of the republic were many prominent scientists, leaders of the Soviet party and economic bodies of the USSR and BASSR. For many years, in the historiography of the oil industry there was a myth that the main and almost the only initiator of the creation of the oil industry of the BASSR was academician Ivan Mikhailovich Gubin. New archival documents allow us to shed light on this issue more objectively.

Key words: oil, gas, field, well, exploration drilling, drilling office, oil fountain, field, Bashneft.

Результаты исследования. Дореволюционный период. Поиски нефти на башкирских землях начались почти три века назад, и они неразрывно связаны с аналогичными работами в России, которые начались в годы правления Петра I. Башкиры издавна пользовались продуктами поверхностных нефтепроявлений, так называемых «ер майы» (в переводе с башкирского «масло земли»), для смазки колес телег, сбруи, лечения животных и т.д. Первая попытка промышленной добычи нефти на башкирских землях была предпринята башкирским старшиной Надыром Уразметовым в 1729-1756 гг. Действительный член Академии наук Республики Башкортостан Дилюс Лутфуллович Рахимкулов считал его «первым башкирским нефтепромышленником».

В своей книге «У истоков создания нефтяного дела Урало-Поволжья» он пишет о нем: «В 1729 г. Н. Уразметов в районе рек Сок, Шешма, Зай нашел много мест выделения нефти и выходы битуминозных пород. Он начинает торговать нефтью и битуминозными породами, однако власти требуют узаконить этот вид деятельности. Он едет в Санкт-Петербург для получения разрешения на добычу и торговлю нефтью... В столице его включили в состав башкирского посольства при дворе... Он возвратился 1734 г. на Родину в должности старшины вновь образованной волости – Надыровой... В районах нефтепроявлений Н.Уразметов

построил нефтепромысел и основал несколько деревень, которые назвал своим именем «Надырово»... Он открыл и зарегистрировал... несколько нефтяных источников... В начале 1754 г. он подал соответствующее прошение на имя императрицы Елизаветы Петровны о строительстве нефтеперерабатывающего завода с приложением к нему... «той нефти для пробы фунтов 10 или более...», с просьбой государственную Берг-коллегию принять и оную опробовать... Берг-пробирер Х.Лемман в феврале 1754 г. произвел перегонку шестидесяти золотников (256гр.) нефти... Результаты анализов свидетельствуют о большом содержании в образце наиболее ценного компонента – керосина... 16 июня (27 июня по новому стилю) 1754 г. императрица Елизавета Петровна подписала Указ, разрешающий Уразметову освоение нефти в промышленных масштабах. В 1754 году Уразметов активно приступил к строительству нефтеперерабатывающего завода на своих землях. В 1756 г. осуществлена проверка хода строительства нефтяного завода... Под надуманным предлогом Берг-коллегия вынесла решение о прекращении строительства завода» [1].

Заслуга Н.Уразметова в том, что он впервые указал на перспективы нефтеносности башкирских земель и привлек внимание правителей и научных кругов России к началу здесь поисков нефти. Жаль, что заслуги Н.Уразметова никак не увековечены в республике.

Знаменитый русский ученый академик И.И. Лепехин в 1770 году посетил места нефтепроявлений, указанные Н. Уразметовым. В своем отчете он написал, «что в пяти верстах от маленькой деревеньки Кусяпкулово у устья реки Тайрук - притока Белой он обнаружил ключик нефти и недалеко от него выход густого асфальта, истекающего в реку Белую. Из чего без сумления заключить можно, что труд и иждивение не потеряются, если сие места надлежащим образом разработать приказано будет» [2]. Эти деревни сегодня входят в состав Ишимбайского района Республики Башкортостан, где в 1932 году было открыто первое нефтяное месторождение республики.

После этого до 19 века предпринимались многочисленные попытки геологов, предпринимателей (приезжих и местных) найти промышленные запасы нефти на территории Башкирии, которые заканчивались безрезультатно, так как существующая тогда техника и технология позволяла бурить разведочные скважины глубиной до 100 метров. Сказывалось так же отсутствие специалистов, отказ российских властей финансировать эти рискованные работы за счет казны и боязнь конкуренции со стороны бакинских и грозненских нефтепромышленников.

В результате в Геологическом комитете России сложилось мнение, что эта территория бесперспективна для добычи нефти в промышленных масштабах. Так, 1916 году по заданию этого комитета район д. Ишимбаево Башкирии посетил геолог А.Н.Замятин. В своем отчете он снова отметил бесперспективность поисков нефти в этом районе, и что он может представлять

интерес как объект для разведки гудронных песчаников [3]. Хотя ряд специалистов были убеждены в обратном. В 1905 году горный инженер Ф.И.Кандыкин по поручению начальника Уральского горного управления обследовал нефтепроявление в районе Ишимбаево, пробурил там несколько скважин глубиной 22-24 метра. Положительно оценил нефтеносность этой территории и предположил, что нефть залегает в более глубоких горизонтах. В мае 1913 года он вновь обратился в Уральское горное управление, с просьбой организовать за счет казны глубокое бурение на этой площади, которая поддержала Уфимское земство. Но опять получил отказ. В г. Екатеринбург в доме по ул. Радищева, 35 б была установлена мемориальная плита, посвященная Ф.И. Кандыкину с текстом: «Горный инженер, геолог, предсказавший в 1905 году нефть в Башкирии» [4].

В октябре 1913 года уфимский губернатор П.П. Башилов обращается в геологический комитет России с просьбой «о снаряжении на средства казны геологической экспедиции для исследования земельной площади башкир у деревень Нижне-Буранчено, Ишимбаево и Кусяпкулово в отношении асфальта и нефти». Ссылаясь на заключения известного геолога А.А. Краснопольского, Геолком отказался решить этот вопрос.

Советский период

Молодое советское государство уже в 1918 году разработало концепцию развития нефтяной промышленности страны. В.И. Ленина очень беспокоила концентрация нефтяной промышленности страны в приграничных регионах – Баку и Грозном [3]. Поэтому в 1919 году он поручил развернуть геопроисковые работы на нефть в Казанской, Самарской и Уфимской губерниях, выделив для этого 15 млн. рублей. Для этого создается Башкирская изыскательская партия при Уральском военном округе (руководители Ф.В. Сыромятников, К.С. Данилов). По данным Уфимского губсовнархоза, а затем горного отдела Башсовнархоза эта партия в районе д. Ишимбаево за 1919-1921 гг. пробурила 28 скважин и шурфов глубиной от 8,8 метров до 57 метров для определения точек заложения глубоких разведочных скважин. Вскоре все поисковые работы в Ишимбаево были прекращены, так как все силы страны были направлены на восстановление разрушенных в ходе гражданской войны и интервенции нефтяной промышленности Баку и Грозного. Первый этап поисковых работ на нефть в Урало-Поволжье закончился в 1927 году, чему способствовало такое заключение И.М. Губкина (тогда заместителя начальника Главного горного управления ВСНХ) в мае 1924 года: «Разведочные работы по нефти в волжском районе, по моему мнению, необходимо немедленно прекратить, так как для дальнейшего ведения работ совершенно нет средств» [4]. Вместо Поволжья И.М. Губкин предложил для поисков нефти отдельные площади Азербайджана и реки Эмбы. Известный бакинский геолог Иван Николаевич Стрижов 7 июня 1925 года опубликовал в «Торгово-промышленной газете» (орган ВСНХ) статью

«Надо искать нефть в новых районах». Ссылаясь на эту статью Президиум Центрального управления госпромышленностью ВСНХ принял постановление начать разведочные работы [5]. 30 июня 1926 г. И.Н. Стрижов (заместитель старшего директора горной промышленности ВСНХ) пишет: «надо искать нефть в РСФСР, например, по обоим склонам Среднего Урала».

18 ноября 1926 года, работая директором нефтяной промышленности Главгортопа ВСНХ, он направляет в Геолком страны предложения о включении в план геологоразведочных работ на 1927-1932 гг. бурение восьми скважин у деревни Ишимбаево в Башкирии. 30 августа он опубликовал статью «Кто должен искать нефть в новых местах?», где он предложил искать ее в бассейне среднего течения Волги и верхнего течения Камы или на склонах Урала. 22 сентября 1928 года «Торговопромышленная газета» опубликовала статью заведующего горным отделом Башсовнархоза Ю. Макарова «Забытое месторождение нефти», где написал: «Стерлитамакские нефтепроявления у д. Ишимбаево забытыми можно назвать лишь условно, поскольку в документах нефтяного директората район уже упоминался в числе перспективного. Даже очень поверхностные разведки, проводившиеся под руководством малокомпетентных лиц, дали очень обнадеживающие результаты».

1 октября 1928 года И.Н. Стрижов пишет в Геолком страны: «Если это место (Ишимбаево) представляет значительный интерес, Главгортоп просит Геологический комитет всемерно ускорить начало работ в этом районе, так как по географическому расположению это место имеет большое значение». 9 апреля 1929 г. он направляет в Планово-экономическое управление ВСНХ свои предложения по плану геолого-разведочных работ на 1930 г. «На площадях, исследованных в 1929 г., заложить 9 глубоких скважин, в том числе 2 глубиной 400 метров в районе д. Ишимбаево, затратив на эти работы 450 тысяч рублей». 13 апреля 1929 г. ВСНХ утвердил этот план, но реализовать его И.Н. Стрижов не смог, так как не без помощи И.М. Губкина был арестован и направлен на 10 лет в Ухтинско-Печорский исправительно-трудовой лагерь. В июне 1929 г. академик Андрей Дмитриевич Архангельский опубликовал статью «Где и как искать новые нефтеносные области в СССР» [6], где в числе объектов разведки назвал бурение угленосных и девонских скважин в районе д. Ишимбаево в Башкирии. Непосредственным толчком к возобновлению работ по поискам нефти в Башкирии стало (во многом случайное) открытие 16 апреля 1929 г. Верхнее-Чусовского месторождения нефти в Уральской области (ныне Пермская область). Ведение разведочных работ на нефть в Урало-Поволжье было поручено конторе «Уралнефть» (с. Верхнее-Чусовские Городки Уральской области). И.В. Сталина явно не устраивала организация этих работ. В июне 1929 году он пишет В.М. Молотову [4]: «...Обрати серьезное внимание на нефтяное дело на Урале... Буровые инструменты большей частью ударные, а не вращательные, т.е. проходка будет убийственно медленная. Это значит, что

ВСНХ и «шефы» «Уралнефти» «Азнефть» и «Грознефть» относятся к делу добычи нефти на Урале как так же приблизительно, как Нобель относится к Ухте. Это безобразие и преступление. Надо, по моему: а) организовывать специальный трест «Уралнефть, освободив Урал от этих «шефов», готовых притупить нефтедобычу на Урале; б) во главе «Уралнефти» поставить опытного коммуниста-нефтяника, прогнав с Урала вредителя Добрынского (кажется Добрынский)... в) обязать ВСНХ поставить в этом году от 40 до 80 буровых с вращательными станками. Без таких и подобных мер дело затормозится (или даже заглохнет) и никакой реальной разведки не будет у нас. Жму руку. И.В. Сталин». Поэтому ВСНХ 27 октября 1929 года преобразует контору «Уралнефть» в трест с тем же названием. Для приближения к местам производственных работ в ноябре 1930 года трест переводят в Пермь, управляющим треста назначают члена партии с 1905 года заместителя управляющим трестом «Азнефть» Константина Андреевича Румянцева. 18 сентября 1931 года трест «Уралнефть» преобразуется в трест «Востокнефть», который в феврале 1932 года переводится в город Свердловск, в июне 1934 г. - в Уфу. Изучив геологические материалы Чусовского месторождения, начальник Горного округа при Башцентрсовнархозе Федор Данилович Курбатов установил сходство геологических условий его с Ишимбайской площадью в Башкирии [4].

Председатель Башцентрсовнархоза Гимад Зигангирович Ягудин в мае 1929 г. обращается в областной комитет ВКП [6], Башсовнарком, Государственный исследовательский нефтяной институт (ГИНИ, Москва) и Геологический комитет страны с просьбой немедленно организовать разведку на нефть на Ишимбаевской площади [4].

Как следует из вышесказанного, что инициатором направления в Башкирию геологоразведочных партий летом 1929 года является не академик И.М. Губкин, как это утверждалось многими авторами, а руководство Башкирии, в первую очередь Г.З. Ягудин. Впервые об этом сообщил академик Д.М. Рахимкулов. В своей книге [1] он подчеркивает: «Башсовнархоз обратился в ГИНИ и в Геологический комитет с просьбой незамедлительно организовать разведку на нефть в Башкирии. Летом 1929 г. ГИНИ направил в республику три геологические партии». О том же написано в статье Ф.Д. Курбатова [7].

Летом того же года в Башкирию прибывают 3 геологические партии ГИНИ, одну из которых возглавляет старший научный сотрудник института Алексей Александрович Блохин, который после окончания геологических исследований на Ишимбаевской площади осенью 1930 году наметил четыре точки для бурения структурных скважин № 701-704.

Не дожидаясь окончания работ партией А.А. Блохина, руководство Башкирии 17 июля 1929 года обращается в ГИНИ, Гортоп, ВСНХ и Геологический комитет страны с письмом, в котором сказано: «Башцентрсовнархоз считает своевременным поставить перед вышестоящими

учреждениями вопрос о глубоком бурении на Ишимбаевском месторождении нефти. По планам геологоразведочной партии ГИНИ месторождение должно быть подготовлено к бурению примерно к октябрю следующего года» [8]. В феврале 1930 г. Башкирская областная партийная конференция ставит задачу: «В этом году начать работы по бурению в Ишимбаевском нефтяном месторождении [8]. 22 марта 1930 г. Башцентрсовнархоз обращается с этой просьбой в Президиум Всероссийского ЦИК, который по докладу председателя СНК БАССР Зинатуллы Гиззатовича Булашева в тот же день принял решение: «1. Поручить Союзнефти обеспечить глубокое бурение месторождений нефти 2. Образовать на территории БАССР Управление Геологического комитета и ускорить геологоразведочные работы на территории БАССР». В тот же день Президиум ВСНХ РСФСР по докладу Башцентрсовнархоза решил просить «ГГРУ (Главное геологоразведочное управление) развернуть с весны 1930 года на территории Башкирии геологические разведки и исследования полезных ископаемых, в особенности обеспечить намеченное проведение глубокого бурения нефти в Ишимбаевском районе и по реке Юрюзани в Месягутовском кантоне»[8].

В мае 1930 года трест «Уралнефть» создает Стерлитамакскую нефтеразведку. В июле 1930 г. трест «Уралнефть» принимает решение рекомендовать бурение в районе Урало-Поволжья 38 скважин, в том числе в Ишимбаево 4 скважины [4].

ЦИК СССР 28 октября 1930 г. по докладу Башкирского совнархоза принимает постановление: «Обязать ВСНХ СССР обеспечить в планах Союзнефти 1931 г. глубокое бурение месторождений нефти в БАССР. Предложить правительству БАССР обеспечить районное геологоразведочное управление помещением перевозочными средствами и необходимой рабочей силой» [8]. Управляющий трестом Роман Зиновьевич Бучацкий 27 октября 1930 года подписал приказ №347 о создании Старлитамакской районной конторы бурения для ведения буровых работ в д. Ишимбаево. Управляющим конторой назначается Константин Матвеевич Приц [4].

Строительство первых деревянных вышек (фонарей) началось зимой 1930 г. силами бакинских, грозненских вышкостроителей с активным участием местных жителей. Среди них следует отметить П.Н. Черниченко, И.И. Пиганова, П.Н. Усикова, П.Х. Сипатова и др. Бурение первых 4 скважин в Ишимбаево началось в следующие сроки: №703 (буровой мастер Л.С. Рахимкулов) 2 февраля 1931 г., №701 (Г.Е. Куценко), в апреле 1931 г., №704 (М.Ф. Лебедев – в мае), №702 (М.А. Коровников) – 3 июня 1931 г. Во многих публикациях ошибочно указывается, что знаменитую скважину №702 – первооткрывательницу башкирской нефти пробурила бригада мастера Михаила Ивановича Коровина, а на самом деле - бригады мастеров Максима Алексеевича Коровникова и Степана

Григорьевича Логинова, одного из первых кавалеров ордена Ленина и депутата Верховного Совета СССР среди башкирских нефтяников [4].

Во многих публикациях ошибочно указывается, что первые тонны башкирской нефти получены из скважины №702 16 мая 1932 года – этот день считается днем создания башкирской нефтяной промышленности. Чтобы внести ясность в этот вопрос обратимся к сообщениям, принятым от нефтяной разведки в апреле 1932 г.: «10 апреля начато тартание на скважине №702. Первые 2 желонки вынесли чистую нефть, сильно насыщенную газом; 28 апреля - нефть забурлила: за 12 часов на вышке №702 добыто 500 пудов нефти, нефть появилась на вышке №703. Теперь не может быть и сомнения, что нефть есть»[8].

Как представитель Наркомтяжпрома СССР в Башкирии Г.З. Ягудин принял участие в митинге в Ишимбаево 16 мая 1932 г., посвященном дню зарождения нефтяной промышленности республики. По его докладу Совнарком БАССР 17 мая 1932 г. принял постановление «Об Ишимбаевских нефтеразведках» - первый документ по развитию добычи нефти в республике. Г.З.Ягудин является автором первой в республике книги о нефти «Борьба за башкирскую нефть». К сожалению, имя Г.З. Ягудина и его заслуги никак не отмечены на республиканском уровне.

Стерлитамакская районная газета «За пятилетку» сообщила: «7 мая 1932 года нефтеразведку Стерлитамакского района посетил ответственный секретарь Башобкома ВКП (б) товарищ Быкин. Он лично ознакомился с состоянием работ на буровых №703 и №702. В это время на буровых №703 производился подъем инструмента. Из скважины поднялся огромный столб газа. Во время посещения вышки №702 производился текущий ремонт. Скважина была заполнена жидкой газированной нефтью, которая переливается через устье скважины. Эта нефть собирается в специально приготовленные чаны. На буровой №703 так же добывается своя нефть»[8].

1 мая 1932 разведчики недр рапортовали республике об открытии первого нефтяного месторождения, которую в начале назвали Стерлитамакским, затем - Ишимбаевским, а с июня 1934 года, когда был образован рабочий поселок, Ишимбай – Ишимбайским.

Таким образом, архивные документы убедительно свидетельствуют о том, что главными инициаторами создания нефтяной промышленности БАССР являются геологи Андрей Дмитриевич Архангельский (1879-1940 гг.), Иван Николаевич Стрижов (1872-1953 гг.), Алексей Александрович Блохин (1887-1942 гг.), Иван Михайлович Губкин (1871-1939 гг.), руководители Башкортостана тех лет: председатель Башцентрсовнархоза Гимад Зигангирович Ягудин (1898-1938 гг.), ответственный секретарь обкома ВКП (б) Яков Борисович Быкин (1888-1938 гг.), председатели Совнакрома Аксан Баймурзич Мухаметкулов (1885-1938 гг.) и Зинатулла Гизатович Булашов (1894-1939 гг.) управляющим трестом «Уралнефть» и «Востокнефть», директор Ишимбайского

промысла Роман Зиновьевич Бучацкий (1869-1937 гг.). начальники Главнефти страны Сергей Михайлович Ганшин (1895-1937 гг.) и Михаил Васильевич Баринов (1888-1937 гг.), первый секретарь Стерлитамакского РК ВКП(б) Иван Лукич Журбенко (1902-1938 гг.).

Справедливости ради следует отметить, что сам И.М.Губкин в своих трудах не причислял себя ни к инициаторам создания нефтяной промышленности БАССР, ни к первооткрывателям Ишимбайского и Туймазинского месторождений. Миф этот был создан уже после смерти И.М.Губкина некоторыми его учениками и последователями. Как утверждает А.И.Галкин, «почву для этого подготовил, как видим, сам академик» [9].

В полной мере к списку инициаторов создания нефтяного дела в БАССР следует отнести и руководителей партийных советских и хозяйственных органов страны, в том числе В.И. Ленина, И.В. Сталина, Г.К. Орджоникидзе, Л.М. Кагановича и других, по инициативе которых было принято ряд серьезных постановлений по башкирской нефти. Например, уже 23 июня 1932 г. т.е. через неделю после фонтана в Ишимбаево, в Москве состоялось заседание Политбюро ЦК ВКП (б) с повесткой дня «О башкирской нефти», 25 июня 1932 г. Совет труда и обороны страны принял постановление «О башкирской нефти», которые стали программными документами для развития нефтяной промышленности республики.

В работах по истории поисков нефти в стране, в том числе и Башкирии, отмечаются, в основном, успехи разведчиков недр и не говорится о том, в каких сложных условиях они работали, какую цену заплатили за эти открытия. Долгие годы сведения о репрессиях в отношении ученых, геологов, руководителей-первооткрывателях новых месторождений нефти были засекречены. В 1936-38 гг. были уничтожены наиболее образованные кадры нефтяной промышленности, к которым тогда в первую очередь относились геологи и ученые. Многие из вышеперечисленных инициаторов нефтяной промышленности, за исключением И.М. Губкина, А.Д. Архангельского, И.Н. Стрижова, А.А. Блохина, были расстреляны в 1937-1939 гг. как враги народов, несмотря на огромные заслуги перед страной и Башкирией. Но и некоторые оставшиеся в живых также не избежали преследований. Так был осужден на 10 лет и отбывал наказание в Ухтпечлаге И.Н. Стрижов, который после освобождения в 1939 г. стал заведующим кафедрой «Газовое дело» Московского нефтяного института. А.А. Блохину не вручили орден Ленина, о котором ходатайствовало руководство БАССР в 1933 году. Да и самого И.М. Губкина чекисты не обошли вниманием, обвинив его в 1938 г. как одного из соучастников «Национально-фашистской организации в АН СССР»[11].

По словам А.И. Галкина «Планы по добыче нефти, основанные на обещаниях академика, регулярно проваливались и, прощать такие промашки

Сталин не любил. Вполне вероятно, что смерть 21 апреля 1939 года спасла Губкина от мук следствия»[9].

Для справки: директивные цифры по добыче нефти на две первые пятилетки страны, принятые на съездах партии, не были выполнены.

Академик Академии наук Республики Башкортостан М.А. Камалетдинов в своей статье [10] приводит большой список репрессированных ученых, геологов, работавших на нефтяных предприятиях и организациях БАССР в середине 30-х годов: «В 1936 году был расстрелян... известный специалист Е.Романевич, работавший с 1929 по 1934 годы главным геологом «Востокнефти» и сменивший его Я.Л. Давидович был расстрелян в декабре 1937 г. Вместе с ним в тот же день были расстреляны еще 12 ведущих нефтяников, среди которых зам.управляющего трестом «Башнефть» Р.З. Бучацкий, старшие геологи Б.Я. Авров и Г.Р. Егер (прибывшие из Баку), руководитель лаборатории Л.М. Базюк, главный инженер конторы треста «Башнефть» П.М. Умников, начальник геологической партии А.В. Максимов, помощник управляющего конторы геофизразведки «Главнефти» С.А. Фукс и др. В том же году были расстреляны начальник «Востокнефти», старый большевик С.М. Ганшин и сменивший его на этой должности И.Н. Опарин. После него сменилось еще несколько главных специалистов, которые бесследно исчезали, например, управляющий трестом «Башнефть» А.П. Петерсон проработал лишь пять дней; был репрессирован директор ЦНИЛа Г.Ф. Маркарьян, угодил в тюрьму выдающийся геолог страны, профессор К.Р. Чепиков, был расстрелян крупный стратиграф, полеонтолог-нефтяник Г.А. Дудкевич, в 1937 году - главный геолог геолого-поисковой конторы (ГПК) треста «Башнефть» В.П. Скворцов с группой геологов только за то, что они «занизили этаж нефтеносности Ишимбайского месторождения». В 1938 году арестовали директора ГПК Г.Г. Кинзикеева вслед за его двоюродным братом. 10 лет лагерей получил в 1937 году начальник электроразведочных и каротажных партий «Востокнефти» А.П. Булмесов, в Гулаг угодили геолог В.А. Киров, начальник топографической службы «Башнефти» Шахтарин и многие другие. По далеко неполным данным, в 30-е годы только на предприятиях нефтяной промышленности Башкирии были арестованы 139 специалистов, 39 из которых расстреляны, и это при острой нехватке квалифицированных специалистов. По сведениям В.В. Синюкова и З.И. Шептунова, смерть академиков И.М. Губкина в 1939 г. и А.Д. Архангельского в 1940 г. была насильственной». Так было обезглавлено руководство только-что зарождающейся нефтяной промышленности Башкирии. В 1955-57 гг. все репрессированные в 30-е годы башкирские нефтяники были реабилитированы, их добрые имена восстановлены. Но их огромный вклад в зарождение и развитие нефтяной промышленности республики должным образом не оценен. Для увековечения памяти о них Н.К. Байбаков еще 2002 г. предложил соорудить в

Ишимбае стелу. Ветераны надеются, что это будет реализовано к 100-летию башкирской нефти, которая будет отмечаться в мае 2032 г.

Современные Башкортостанские ученые: Зайнетдинов Э.А. [13], Знаменский С.Е.[14], Валиуллин Р.А., Закиров М.Ф., Низаева И.Г., Давлетова А.А., Шарафутдинов Р.Ф. и др. [15, 19, 21], Казанцева Т.Т. [16, 17], Шаммазов А.М. [20], Дегтярев А.Н., Кузнецова А.Р.[12] а также ученые Западной Сибири – Киршин Ю.Л., Терехов О.В., Маннанов Т.Р. [18] и многие другие ведут активную работу по изучению проблем и путей решения вопросов разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рахманкулов Д.Л. У истоков создания нефтяного дела Урало-Поволжья. М.; Интер, 2008. С. 250-298. (343 с.).
2. Летопись башкирской нефти. Уфа. Башгеопроект, 2007. С. 180-195 (399 с.).
3. Замятин А.Н. Самарское, Сюкеевское, Стерлитамакское месторождения. Сб. Естественные производительные силы России. 1918. Т.4. Вып.22. 706 с.
4. Зайнетдинов Э.А., Михайлов Д.И. Башкирская нефть и ее первопроходцы (XVIII-XX вв), Уфа, Башкирская энциклопедия, 2017. 638 с.
5. РГАЭ. ф. 3429, оп.5, д.601, л.16.
6. Архангельский А.Д. Где и как искать нефтеносные области в СССР // Нефтяное хозяйство. 1929. №6. С.35-37.
7. Курбатов Ф.Д. К вопросу о нефти в БАССР. Ж. Хозяйство Башкирии. 1929. №4-5. С.45-72.
8. Ягудин Г.З. Борьба за башкирскую нефть. Уфа, Башкирское государственное издательство, 1932. 93 с.
9. Галкин А.И. Академик И.М. Губкин: мифы и действительность (1871-1939), Ухта, 2009. 260 с.
10. Камалетдинов М.А. К истории открытия нефти в Башкортостане. Вестник Академии наук Республики Башкортостан. Том 13. №1. 2008. С.50-56.
11. Евдощенко Ю.В. Забытые имена нефтяников. Ж. Нефтяное хозяйство. 2015. №2. С.109-112.
12. Дегтярев А.Н., Кузнецова А.Р. Развитие нефтяной отрасли в условиях санкций и ограничений // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. Т. 46, № 1(109). С. 57-66. DOI 10.24412/1728-5283_2023_1_57_66. EDN IEFNLM.
13. Зайнетдинов Э.А. Развитие нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности республики Башкортостан (1990-2010 гг.) // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2024. Т. 50, № 1 (113). С. 89-94. DOI 10.24412/1728-5283-2024-1-89-94. EDN VJIFDR.
14. Знаменский С.Е., Карамова А.М. Петро-геохимические особенности вулканитов офиолитовой ассоциации Калканской площади (зона Главного

- Уральского разлома, Южный Урал) // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2022. Т. 45, № 4(108). С. 60-68. DOI 10.24412/1728-5283_2022_4_60_68. EDN XHOMBV.
15. Закиров М.Ф., Валиуллин Р.А., Рамазанов А.Ш. Влияние обводнения продуктивного интервала на распределение термограммы по стволу добывающей скважины // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. Т. 47, № 2(110). С. 24-33. DOI 10.24412/1728-5283_2023_2_24_33. EDN PBRQKN.
16. Казанцева Т.Т. К аспектам проблем геологии Южного Урала / Т. Т. Казанцева // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. Т. 49, № 4(112). С. 5-10. DOI 10.24412/1728-5283-2023-4-5-10. EDN GTXVPR.
17. Кузнецова А.Р., Казанцева Т.Т. 90 лет Магадееву Басыру Давлетовичу / А. Р. Кузнецова, Т. Т. Казанцева // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. Т. 46, № 1(109). С. 102-103. DOI 10.24412/1728-5283_2023_1_102_103. EDN BTXFHG.
18. Киршин Ю.Л. Опыт использования самоорганизующихся карт Кохонена для литологического расчленения терригенных отложений на примере ачимовской толщи Западной Сибири / Ю. Л. Киршин, О. В. Терехов, Т. Р. Маннанов // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2024. Т. 50, № 1(113). С. 79-88. DOI 10.24412/1728-5283-2024-1-79-88. EDN DJRBCV.
19. Низаева И.Г., Давлетова А.А., Валиуллин Р.А. Выделение гидратонасыщенных пластов методами ГИС в зонах многолетнемерзлых пород // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. Т. 47, № 2(110). С. 43-51. DOI 10.24412/1728-5283_2023_2_43_51. EDN JZGVGD.
20. Шаммазову Айрату Мингазовичу - 75 лет // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. – 2022. – Т. 44, № 3(107). – С. 127. – EDN CRNEIG.
21. Шарафутдинов Р.Ф., Валиуллин Р.А., Рамазанов А.Ш., Асылгареев А.А., Космылин Д.В. Экспериментальное исследование термодинамических эффектов в жидкостях // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. Т. 47, № 2(110). С. 51-57. DOI 10.24412/1728-5283_2023_2_51_57. EDN DFJTEG.

REFERENCES

1. Rakhmankulov D.L. At the origins of the creation of the oil business in the Ural-Volga region. M.; Inter, 2008. pp. 250-298. (343 pp.).
2. Chronicle of Bashkir oil. Ufa. Bashgeoproekt, 2007. P. 180-195 (399 pp.).
3. Zamyatin A.N. Samara, Syukeevskoye, Sterlitamaskoye fields. Sat. Natural productive forces of Russia, 1918, vol. 4, issue 22. 706 pp.
4. Zainetdinov E.A., Mikhailov D.I. Bashkir oil and its pioneers (XVIII-XX centuries), Ufa, Bashkir Encyclopedia, 2017. 638 p.
5. RGAE. f. 3429, op.5, d.601, l.16.

6. Arkhangel'sky A.D. Where and how to look for oil-bearing areas in the USSR. J. Oil Industry, No. 6, 1929. P.35-37.
7. Kurbatov F.D. On the issue of oil in the BASSR. J. Economy of Bashkiria, No. 4-5, 1929. P.45-72.
8. Yagudin G.Z. The fight for Bashkir oil. Ufa, Bashkir State Publishing House, 1932. 93 p.
9. Galkin A.I. Academician I.M. Gubkin: myths and reality (1871-1939), Ukhta, 2009. 260 p.
10. Kamaletdinov M.A. On the history of the discovery of oil in Bashkortostan. Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Belarus, volume 13, No. 1, 2008. P.50-56.
11. Evdoshchenko Yu.V. Forgotten names of oil workers. J. Oil Industry, No. 2, 2015. P. 109-112.
12. Degtyarev A.N., Kuznetsova A.R. Development of the oil industry under conditions of sanctions and restrictions // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. T. 46, No. 1(109). pp. 57-66. DOI 10.24412/1728-5283_2023_1_57_66. EDN IEFNLM.
13. Zainetdinov E.A. Development of the oil refining and petrochemical industry of the Republic of Bashkortostan (1990-2010) // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2024. T. 50, No. 1(113). pp. 89-94. DOI 10.24412/1728-5283-2024-1-89-94. EDN BJIFDR.
14. Znamensky S.E., Karamova A.M. Petro-geochemical features of volcanics of the ophiolite association of the Kalkan area (zone of the Main Ural Fault, Southern Urals) // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2022. T. 45, No. 4(108). pp. 60-68. DOI 10.24412/1728-5283_2022_4_60_68. EDN XHOMBY.
15. Zakirov M.F., Valiullin R.A., Ramazanov A.Sh. Influence of watering of the productive interval on the distribution of the thermogram along the production wellbore // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. T. 47, No. 2(110). pp. 24-33. DOI 10.24412/1728-5283_2023_2_24_33. EDN PBPQKN.
16. Kazantseva T.T. On aspects of the problems of geology of the Southern Urals / T. T. Kazantseva // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. T. 49, No. 4(112). pp. 5-10. DOI 10.24412/1728-5283-2023-4-5-10. EDN GTXVPR.
17. Kuznetsova A.R., Kazantseva T.T. 90 years old Magadeevu Basyru Davletovicu / A. R. Kuznetsova, T. T. Kazantseva // Vestnik Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. T. 46, No. 1(109). S. 102-103. DOI 10.24412/1728-5283_2023_1_102_103. EDN BTXFHG.
18. Kirshin Yu.L. Experience of using self-organizing Kohonen maps for lithological division of terrigenous deposits using the example of the Achimov

- strata of Western Siberia / Yu. L. Kirshin, O. V. Terekhov, T. R. Mannanov // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2024. Т. 50, No. 1(113). pp. 79-88. DOI 10.24412/1728-5283-2024-1-79-88. EDN DJRBCV.
19. Nizaeva I.G., Davletova A.A., Valiullin R.A. Identification of hydrate-saturated layers by GIS methods in permafrost zones // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. Т. 47, No. 2(110). pp. 43-51. DOI 10.24412/1728-5283_2023_2_43_51. EDN JZGVGD.
20. Ayrat Mingazovich Shammazov is 75 years old // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. – 2022. – Т. 44, No. 3(107). – P. 127. – EDN CRNEIG.
21. Sharafutdinov R.F., Valiullin R.A., Ramazanov A.Sh., Asylgareev A.A., Kosmylin D.V. Experimental study of thermodynamic effects in liquids // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. Т. 47, No. 2(110). pp. 51-57. DOI 10.24412/1728-5283_2023_2_51_57. EDN DFJTEG.

Сведения об авторах:

Зайнетдинов Энгель Ахметович, кандидат экономических наук, заслуженный экономист Башкирской АССР, ветеран нефтяной промышленности. Государственное бюджетное научное учреждение «Академия наук Республики Башкортостан», 450008, г. Уфа, Российская Федерация, ул. Кирова, 15. E-mail: m.lejsa@yandex.ru. ORCID ID: 0009-0008-3153-2567

Author's personal details

Zainetdinov Engel Akhmetovich, Candidate of Economic Sciences, Honored Economist of the Bashkir Autonomous Soviet Socialist Republic, veteran of the oil industry. State budgetary scientific institution "Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan", 450008, Ufa, Russian Federation, Kirova str., 15. E-mail: m.lejsa@yandex.ru. ORCID ID: 0009-0008-3153-2567.

© Зайнетдинов Э.А.

**ТЕКТОНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ СКОПЛЕНИЙ
УГЛЕВОДОРОДОВ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДА
ТУРАНСКОЙ ПЛИТЫ И ПРИКАСПИЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ**

© Попков Василий Иванович

© Попков Иван Васильевич

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

Аннотация. Проведенные исследования показали, что локальные поднятия платформенного чехла, содержащие в ряде случаев крупные скопления углеводородов, сформированы в обстановке периодически проявлявшегося тангенциального сжатия. В плане они совпадают с фронтальными частями тектонических чешуй и пологих надвигов в триасово-палеозойском комплексе пород, претерпевшем интенсивную складчатость в предъюрское время. Установленные закономерности в строении и площадном распространении дислокаций позволили решить практические задачи, касающиеся условий формирования скоплений нефти и газа, направлений миграции и вероятных зон генерации углеводородов. Полученные результаты могут быть использованы при определении дальнейших направлений геологоразведочных работ в регионе.

Ключевые слова: антиклиналы, надвиги, тангенциальное сжатие, ловушки нефти и газа.

**TECTONIC CONTROL OF THE FORMATION OF HYDROCARBON
ACCUMULATIONS IN THE JOINT ZONE OF THE NORTHWEST TURAN
PLATE AND THE CASPIAN SYNECLISE**

© Popkov Vasily Ivanovich

© Popkov Ivan Vasilievich

FSBEI HE "Kuban State University", Krasnodar, Russian Federation

Summary. In recent years, there has been increasing evidence of the presence of dislocations in the platform cover formed under the influence of lateral compression forces. One of these areas is the Buzachinsky vault, located in the western part of the Turan plate. The conducted studies have shown that local uplifts of the platform cover, containing in some cases large accumulations of hydrocarbons, were formed in an environment of periodically manifested tangential compression. In terms of plan, they coincide with the frontal parts of tectonic scales and gentle thrusts in the Triassic-Paleozoic rock complex, which underwent intensive folding in the Pre-Jurassic period.

The morphology of dislocations and the history of their development are described in detail. The established patterns in the structure and areal distribution of dislocations made it possible to solve practical problems related to the conditions of formation of oil and gas accumulations, migration directions and probable zones of hydrocarbon generation. The results obtained can be used to determine further directions of exploration in the region.

Key words: anticlines, thrusts, tangential compression, oil and gas traps.

Введение. Бузачинская зона нефтегазонакопления приурочена к одноименному полуострову, где происходит сочленение крупных тектонических элементов: Северо-Устьюртского докембрийского массива, Центрально-Мангышлакской раннекиммерийской складчатой зоны эпигерцинской Туранской плиты и Прикаспийской синеклизы древней Восточно-Европейской платформы (рис. 1). Глубинное строение региона, местоположение границ и характер сочленения этих разновозрастных структур было подробно рассмотрено в предшествующих работах [1, 2]. Бузачинский свод, выделяемый в отложениях платформенного чехла, представляет собой наложенную структуру по отношению к более древним комплексам.

В платформенных отложениях Бузачинского свода открыты крупные скопления нефти и газа. Продуктивность связана с отложениями среднеюрского и раннемелового возраста. Месторождения располагаются в северной и центральной его частях, локализованы в антиклинальных складках близширотного простирания. В южных районах свода, несмотря на значительный объем глубокого бурения, аналогичные дислокации оказались пустыми.

Нефти месторождений, независимо от глубины залегания, высокосмолистые (18-30 %), тяжелые (0,90-0,91 т/м³), сернистые (до 2,0 %), недонасыщены газом и имеют низкую температуру застывания. По характеру насыщающего флюида месторождения относятся к нефтяным и газонефтяным. В северном направлении по мере погружения продуктивных горизонтов в меловом разрезе появляются газовые залежи, а в верхних горизонтах юры – небольшие газовые шапки (месторождения Каламкас, Арман), уменьшается плотность нефти от 0,9410-0,9446 г/см³ на Каражанбасском месторождении до 0,9006-0,9221 г/см³ на Каламкасе. Вниз по разрезу, как правило, уменьшаются размеры залежей, их высота и коэффициент заполнения ловушек по соответствующему горизонту.

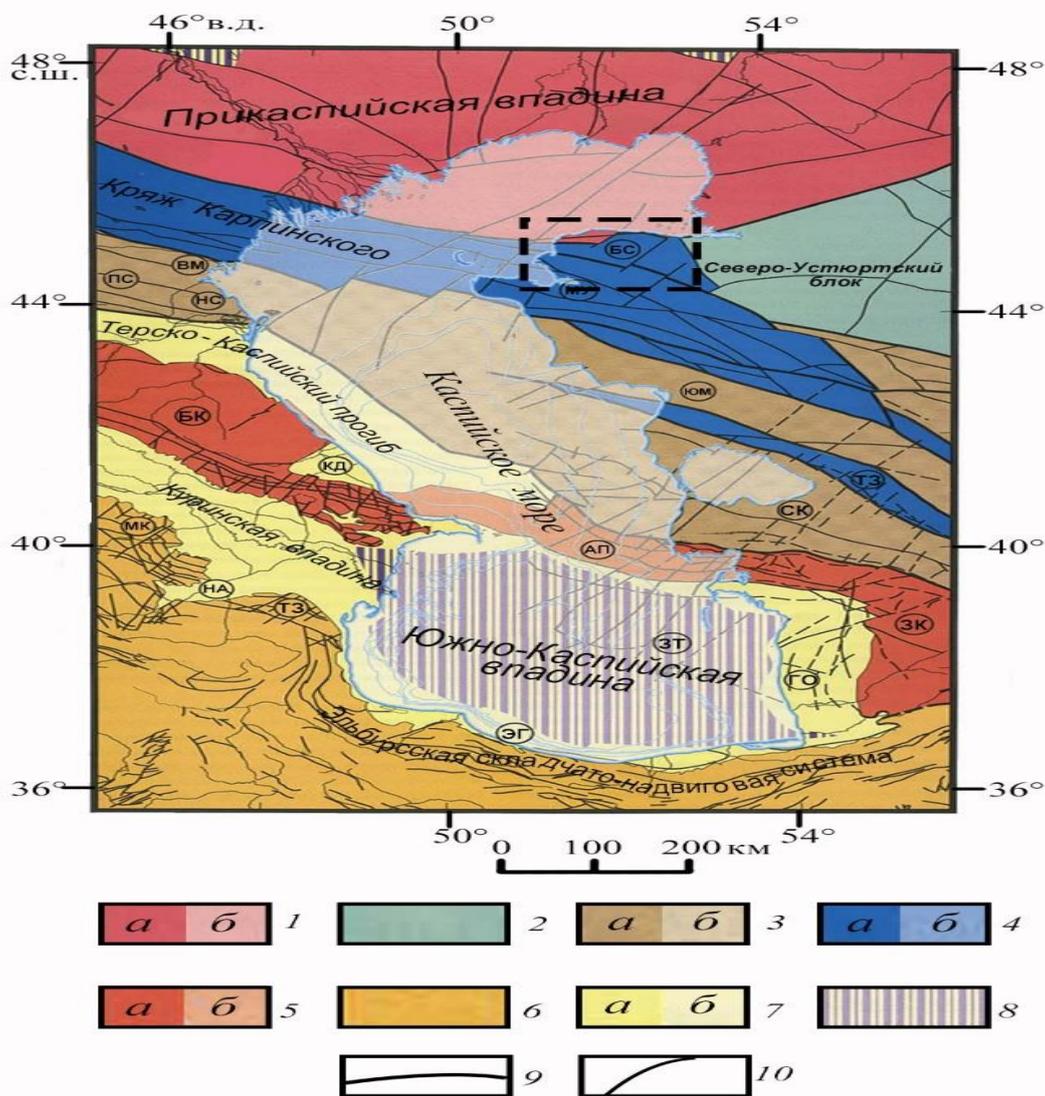


Рис. 1. Тектоническая карта Каспийского региона (по данным [2], с изменениями и дополнениями). Показан (контур штрих-линией черным) район исследований, где: Важнейшие структуры (буквы в кружках): БС – Бузачинский свод, МУ – Мангышлакско-Центрально-Устыртская зона, ЮМ – Южно-Мангышлакско-Устыртская система прогибов, ТЗ – Туаркырская зона, СК – Среднекаспийско-Карабогазская антеклиз, ВМ – Восточно-Манычский прогиб, ПС – Прикумская система поднятий, НС – Ногайская ступень, БК – складчатая система Большого Кавказа, КД – Кусаро-Дивичинский прогиб, АП – Апшероно-Прибалханская зона, ЗК – Западно-Копетдагская зона, МК – складчатая система Малого Кавказа, НА – Нижне-Араксинский прогиб, ТЗ – Тальшская зона, ЭГ – Эльбурско-Горганский передовой прогиб, ЗТ – Западно-Туркменский прогиб, ГО – Гограньдаг-Окаремская зона. 1–4 – фундамент платформенных областей: 1 – раннедокембрийский (а – суша, б – море), 2 – байкальский, 3 – герцинский (а – суша, б – море), 4 – раннекиммерийский (а – суша, б – море); 5–6 – альпийские складчато-покровные системы: 5 – Большой Кавказ и Копетдаг (а – суша, б – море), 6 – Малый Кавказ, Тальш, Эльбурс; 7 – передовые прогибы и впадины (а – суша, б – море); 8 – впадины с корой океанического типа; 9 – разрывные нарушения, соответствующие границам крупных структур; 10 – прочие важные разрывы.

Целью данной работы являлось изучение роли тектонического фактора в формировании скоплений нефти и газа в пределах Бузачинского свода, закономерностей их пространственного размещения и, тем самым, решить некоторые практические нефтегеологические вопросы.

Материалы и методы исследования. Выполнен комплексный анализ материалов сейсмической разведки, глубокого бурения, геологической съемки. Произведена интерпретация временных разрезов с целью определения морфологии дислокаций. С целью восстановления истории развития территории в целом и осложняющих ее локальных поднятий произведены палеотектонические построения. Привлечены данные о строении месторождений нефти и газа, геохимии рассеянного органического вещества и составе нефтей.

Результаты исследования. Основными структурами платформенного чехла полуострова Бузачи являются одноименный свод и располагающийся южнее Южно-Бузачинский прогиб. Осложняющие их локальные поднятия сгруппированы в несколько субширотных антиклинальных линий, примыкающих с юга к надвигам (рис. 2). Антиклинальные поднятия линейной или брахиантиклинальной формы. Северные их крылья короткие, более крутые, чем южные, оборваны высокоамплитудными надвигами с углами наклона сместителей $45-80^{\circ}$. С глубиной происходит быстрое выполаживание поверхностей разрывов с переходом в субгоризонтальное положение с образованием серии тектонических чешуй и пластин. Отложения пермо-триаса в их фронтальных частях интенсивно дислоцированы, образуя линейные складчатые системы, которым в перекрывающем платформенном чехле отвечают асимметричные антиклинали.

Особенности строения и закономерности площадного распространения складчато-надвиговых дислокаций со всей очевидностью указывают на их формирование в обстановке латерального сжатия, ориентированного в северном направлении. Время образования дислокаций связано с концом триасового периода – моментом формирования Центрально-Мангышлакской раннекиммерийской складчатой зоны [1], северная граница которой трассируется по линии Каражанбас – Жаманорпа – Кызан. Мощная алевролитово-аргиллитовая толща пермо-триаса, обладающая достаточно высокой пластичностью, была расслоена на ряд тектонических пластин и сорвана по поверхности более жестких терригенно-карбонатных каменноугольно-нижнепермских пород, имеющих по данным сейсморазведки свой, отличный от вышележащих комплексов, структурный план, и шарьирована на разновозрастные образования Северо-Устюртского докембрийского массива, послужившим своеобразным блоком-упором.

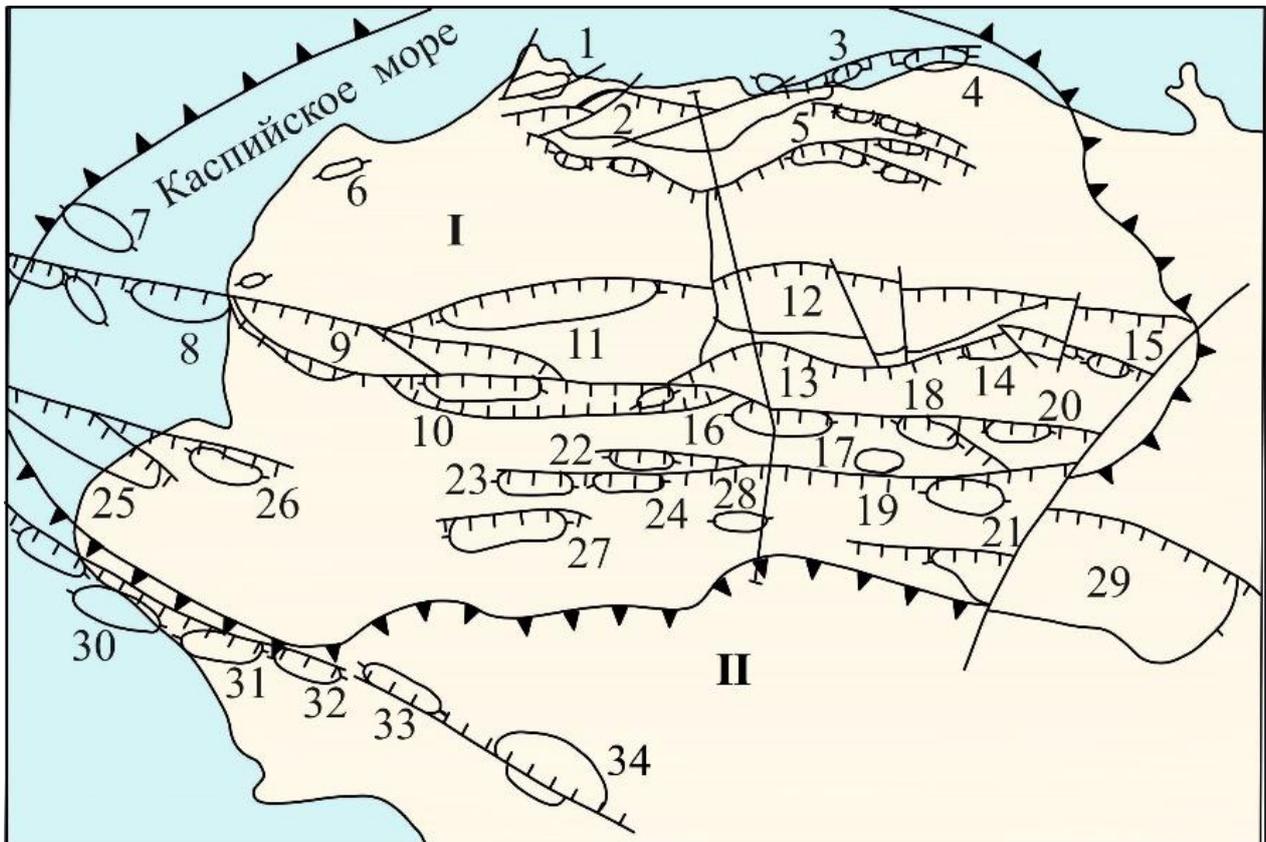


Рис. 2. Тектоническая схема п-ова Бузачи,

где: 1 – границы Бузачинского свода; 2 – надвиги уверенные и предполагаемые; 3 – сдвиги; 4 – платформенные антиклинали (цифры на схеме): 1 – Арман, 2 – Каламкас, 3 – Каратурун-море, 4 – Суюкты, 5 – Каратурун, 6 – Култай, 7 – Бузачи-море, 8 – Каражанбас-море, 9 – Каражанбас, 10 – Жалгизтобе, 11 – Северные Бузачи, 12 – Жаманорпа, 13 – Северная Бесоба, 14 – Акорпа, 15 – Жалзак, 16 – Жапалак, 17 – Бесоба, 18 – Киньткты, 19 – Жарылгас, 20 – Айсор, 21 – Северный Кызан, 22 – Северный Тасбас, 23 – Западный Тасбас, 24 – Тасбас, 25 – Долгинец, 26 – Северный Долгинец, 27 – Алатобе, 28 – Западный Кызан, 29 – Кызан-Акшимурау, 30 – Торлун-море, 31 – Западный Торлун, 32 – Торлун, 33 – Акмола, 34 – Кошак; 5 – линия сейсмического разреза, приведенного на рис. 3.

Основная концентрация тангенциальных напряжений приурочена к фронтальным участкам тектонических пластин, где происходила трансформация горизонтальных смещений в вертикальные, приведшая к интенсивным деформациям отложений пермо-триаса и образованию листрических надвигов. Следствием этого является повышенная плотность пород (2,60-2,70 г/см³).

С внешней стороны Каражанбас – Жаманорпинско – Кызанской структурной зоны проявление сил бокового сжатия ослабевает, но и здесь можно видеть отражение латерального стресса в структуре осадочного чехла. Примером может служить Каламкасская антиклинальная зона, расположенная к северу в 40

км. Горизонтальные подвижки периодически возобновлялись и на платформенном этапе, но в меньшем масштабе, что привело к развитию в чехле платформы описанных выше дислокаций.

В результате была образована эшелонированная система складчато-надвиговых дислокаций субширотной ориентировки, гребень каждой из которых погружается в южном направлении в сторону Южно-Бузачинского прогиба. При этом фронтальная часть каждой из более южных линий является взброшенной по отношению соседней северной с вертикальной амплитудой смещения до 300 м (рис. 3).

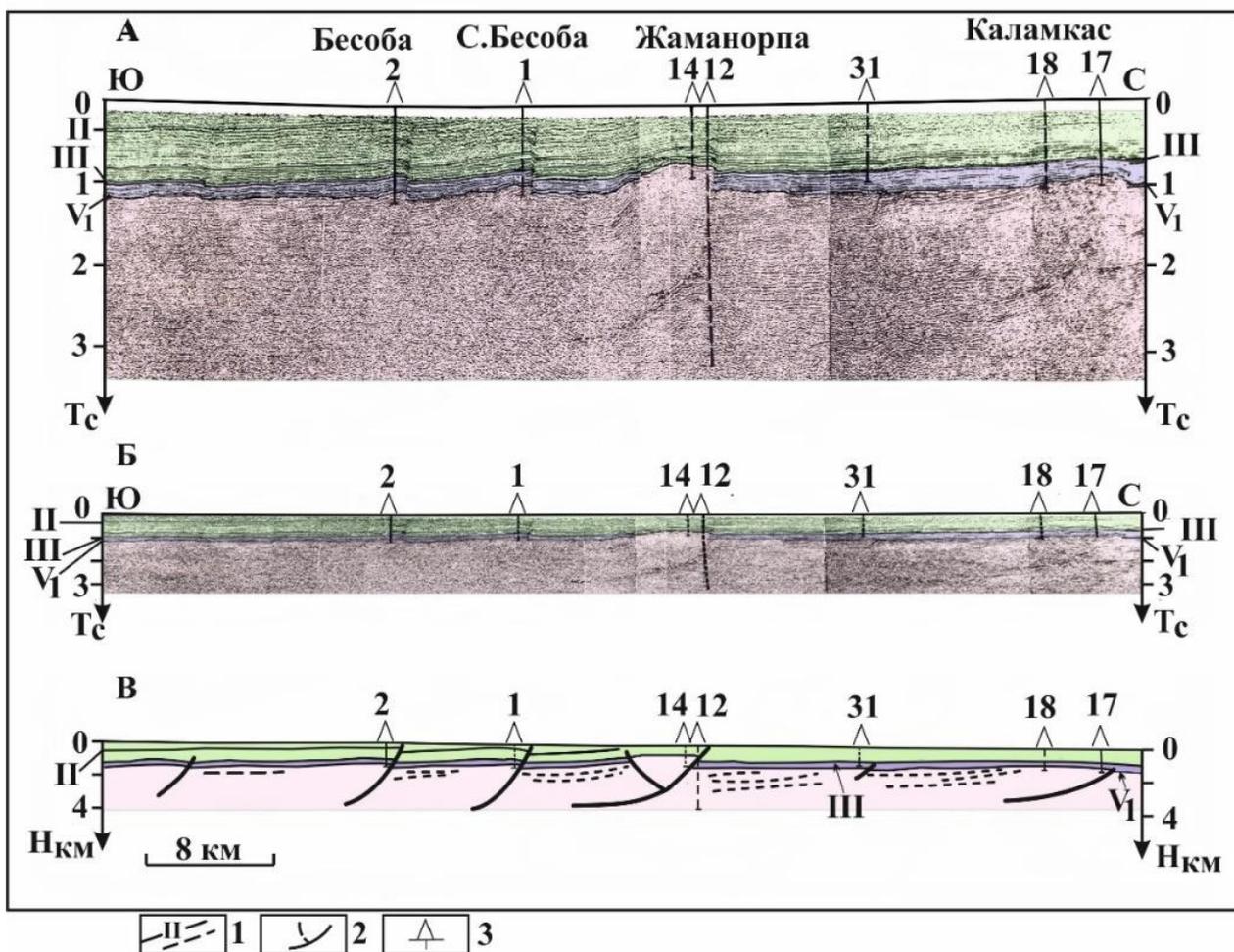


Рис. 3. Сейсмический временной (А, Б) и сейсмогеологический (В) разрезы, иллюстрирующие принадлежность природы бузачинских антиклиналей. (Б, В – соотношение вертикального и горизонтального масштабов примерно 1:1),

где: 1 – основные и второстепенные отражающие горизонты в подошве: II – сенонтура, III – мела, V – юры; 2 – надвиги, 3 – скважины.

Аналогичные внутривосточные структуры горизонтального сжатия известны и в других районах Туранской плиты [3], что подчеркивает решающее значение тангенциальных напряжений в дислокационном процессе на молодой платформе.

Многие из рассмотренных структур содержит крупные скопления углеводородов, в том числе высоковязкой нефти, локализованных в юрско-меловых отложениях. И, несмотря на крайне неблагоприятные условия для их сохранности: малые глубины залегания (250-500 м), отсутствие надежных покрышек, выход разрывов на дневную поверхность), полного разрушения залежей не произошло. Это говорит о том, что надвижки являются слабыми проводниками флюидов, играя в основном роль экранов. Подтверждается это и особенностями строения месторождений, где многие залежи являются тектонически экранированными.

Анализ истории геологического развития Бузачинского региона свидетельствует о том, что юрско-меловые отложения в силу их малой глубины залегания, никогда не находились в термобарических условиях, отвечающих «главной зоне нефтегазообразования». Геохимические исследования [4], указывают на то, что бузачинская нефть является производной органического вещества морского типа, претерпевшая потерю легких фракций и окисление. Следовательно, они могли быть генерированы либо одновозрастными отложениями смежных депрессий, либо поступили из более глубокозалегающих комплексов пород, или же за счет того и другого источника. Однако юрские продуктивные отложения преимущественно континентального генезиса вряд ли могли быть источником столь значительных по запасам уже разведанных месторождений п-ова Бузачи. Отложения триаса и палеозоя и содержащееся в них органическое вещество претерпели существенные постседиментационные преобразования, достигающие стадий глубокого метабенеза – верхнего апокатагенеза [5], были дислоцированы и подверглись глубокому размыву в предъюрское время. Соответственно, если они и генерировали углеводороды, то их скопления должны были быть разрушены еще до накопления юрско-меловых отложений. В связи с этим можно полагать, что скопления нефти и газа в платформенном чехле и отдельные нефтегазопроявления в доюрском разрезе носят вторичный характер.

Микроскопическое изучение палеозойского кернового материала показало [6], что во всех исследованных образцах присутствуют следы миграции вторичных флюидов. В трещинах ранней генерации и стилолитах находится окисленный метаморфизованный флюид черного цвета со следами ореолов рассеивания в прилегающих участках породы. В более поздних трещинах присутствует высокоподвижный флюид углеводородного состава, свободно мигрирующий в пределах шлифа по трещинам и открывшимся при шлифовке порам. Распределение его в породах неравномерное, в соответствии с емкостными возможностями каждого конкретного участка. Основная масса сосредоточена в трещинах поздней генерации, что свидетельствует о недавней миграции через эти породы углеводородов.

Обнаружение в юрско-меловых нефтях Бузачинского свода палеозойских спорово-пыльцевых комплексов при отсутствии таковых во вмещающих нефть породах [7, 8], указывает на то, что они могли быть захвачены углеводородными флюидами в процессе миграции из палеозойских отложений.

Заслуживают внимания результаты специальных геохимических исследований нефтей, выполненных в свое время В.И. Кордус (1976 г.), которые показали, что нефти Мангышлака и Северного Устья, с одной стороны, и Бузачинского свода – с другой, имеют различный генезис. При этом установлено, что нефти последнего идентичны по углеводородному составу нефтям юга Прикаспийской впадины.

В предыдущих работах [9] нами было высказано мнение, поддержанное позже и другими исследователями [10 - 12], что бузачинская нефть имеет один и тот же источник, что и нефти юга Прикаспия. Учитывая тектоническую позицию Бузачинского свода, можно допустить формирование его месторождений в результате латерально-ступенчатой миграции углеводородов из более глубоко залегающих толщ Прикаспийской синеклизы в южном направлении. Такой механизм тем более реален, если учесть покровно-надвиговый характер сочленения этих гетерогенных структур [1, 2]. Далекой латеральной миграции углеводородов на юг препятствовали многочисленные надвиги с южным падением сместителей, и приуроченные к их фронтальным частям мощные зоны смятия пермо-триасового комплекса. Все это могло стать причиной заполнения углеводородами прежде всего северных дислокаций свода и удовлетворительно объясняет отсутствие скоплений нефти и газа в более южных его районах.

В пределах п-ова Бузачи известно большое количество небольших грязевых вулканов, сопков, сальз, приуроченных к сдвигам, осложняющим фронтальные складки. Вполне вероятно, что в условиях горизонтального сжатия мигрирующие в разрезе флюиды используют их в качестве каналов миграции. Подтверждается это и известными случаями повышения температур, газонасыщенности нефтей при одновременном уменьшении их вязкости в скважинах, попадающих в зоны сдвигов, а также данными геохимического бурения, фиксирующего углеводородные аномалии в приповерхностных горизонтах.

Переходя к рассмотрению перспектив обнаружения новых скоплений нефти и газа в пределах Бузачинской зоны нефтегазонакопления, отметим, что вероятность открытия существенных по запасам залежей в высоко изученном платформенном чехле крайне низка. Очевидно, что в нем могут быть обнаружены незначительные по запасам скопления в неантиклинальных ловушках прежде всего в прибрежно-морских и континентальных юрских отложениях. Исключением может стать прилегающая с севера к полуострову зона предельного мелководья с глубинами моря до двух метров. Здесь могут быть продуктивны не только юрско-меловые, но и более древние отложения [9].

Детальный литологический анализ доверхнепермских отложений, вскрытых скважинами на севере п-ове Бузачи, указывает на присутствие в разрезе биоморфных известняков, содержащих многочисленные остатки рифостроящих организмов, а также грубообломочных отложений предрифовых шлейфов. По аналогии со смежными районами Прикаспийской впадины здесь можно ожидать обнаружение биогермных построек, содержащих скопления нефти и газа. Данная зона может стать важным объектом для постановки детальных сейсморазведочных работ с последующим бурением глубоких скважин.

Выводы. Залежи нефти и газа юрско-меловых отложениях Бузачинского свода эпигенетичны вмещающим отложениям и были образованы в результате ступенчатой (латерально-вертикальной) миграции из прилегающих с севера к своду глубокопогруженных зон Прикаспийской синеклизы. Надвиги и мощные зоны принадвигового смятия в доюрских отложениях являлись серьезными препятствиями на пути латеральных миграционных потоков флюидов Прикаспия, в результате чего скопления нефти и газа были локализованы в ловушках северной части свода, а в более южных его районах они оказались пустыми. Главным барьером для мигрирующих на юг углеводородов послужила северная граница Центрально-Мангышлакской раннекиммерийской складчатой зоны, трассирующаяся по линии Каражанбас – Жаманорпа – Кызан.

Основные перспективы обнаружения новых скоплений нефти и газа связаны с северной прибрежной зоной п-ова Бузачи, где могут оказаться продуктивными не только отложения мезозоя, но и палеозоя.

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

Financing. The study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-27-00037.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попков В.И. Тектоника доюрского осадочного комплекса запада Туранской плиты // Геотектоника. 1986. № 4. С. 106-116.
2. Хаин В.Е., Богданов Н.А., Попков В.И., Чехович П.А. Тектоника дна Каспийского моря // Геология регионов Каспийского и Аральского морей. Алматы: Казахстанское геологическое общество «КазГЕО». 2004. С. 58-78.
3. Попков В.И., Попков И.В. Складчато-надвиговые дислокации в триасовых отложениях Скифско-Туранской платформы // Геология и геофизика Юга России. 2023. Т. 13, №1. С. 34-46. DOI: 10.46698/VNC.2023.42.57.003.
4. Воцалевский Э.С., Шлыгин Д.А. Нефтегазовые системы осадочных бассейнов Казахстанского сектора Каспийского моря // Геология Казахстана. 2004. №3. С. 330-342.
5. Аммосов И.И., Гречишников Н.П., Горшков В.И., Волкова Т.П. Палеогеотермия и нефтеносность. М.: Наука, 1982. 108 с.

6. Грибков В.В., Калугин А.К., Аристаров М.Г., Беликова А.Р., Тамаров А.И. Перспективы нефтегазоносности доюрских отложений п-ова Бузачи и Северного Устюрта // Геология нефти и газа. 1981. №5. С. 3540.
7. Багдасарян Л.Л. Микроорганические остатки в нефтях полуострова Бузачи. Л.: 1976. С. 67-71.
8. Виноградова К.В., Цатурова А.А. Палиностратиграфия и палеогеография доюрских отложений Западного Казахстана (п-ов Бузачи) // Палинология в биостратиграфии, палеоэкологии и палеогеографии. Тезисы докладов 8-й Всероссийской палинологической конференции. М: 1996. С. 28-29.
9. Попков В.И., Рабинович А.А., Досмухамбетова Г.Д. Геологические предпосылки проведения геологоразведочных работ в северной части п-ова Бузачи // Геология нефти и газа. 1991. №2. С. 2-7.
- 10.Пронин А.П., Шестоперова Л.В., Мунара А. Перспективы нефтегазоносности доюрских отложений северного склона Бузачинского поднятия // Нефть и газ. 2021. №5 (125). С. 34-45. DOI:10.37878/2708-0080/2021-5.02.
- 11.Остроухов С.Б., Крашакова А.В., Бочкарев А.В. Концепция формирования залежей углеводородов Северного Каспия в юрско-меловом комплексе отложений // Геология и разработка месторождений Нижнего Поволжья и Северного Каспия. Труды «ВолгоградНИПИморнефть». Вып.70. Волгоград, 2011. С. 72-87.
- 12.Куандыков Б.М., Турков О.С., Шестоперова Л.В. Геологическое строение и оценка углеводородного потенциала северо-восточного сегмента Каспийского моря (в пределах Казахстана) // Геология регионов Каспийского и Аральского морей. Алматы: «КазГео», 2004. С. 224-236.
- 13.Попков В.И. Геология и перспективы нефтегазоносности фундамента юго-запада Туранской плиты / В. И. Попков // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. Т. 49, № 4(112). С. 56-65. DOI 10.24412/1728-5283-2023-4-56-65. EDN IQYABV.
- 14.Попков В.И. Коллекторские свойства аркозовых песчаников в триасовых отложениях Скифско-Туранской платформы / В. И. Попков, И. В. Попков // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. Т. 48, № 3(111). С. 21-29. DOI 10.24412/1728-5283-2023-3-21-29. EDN ATQHKТ.
- 15.Казанцева Т.Т. О гипербазитах и меланже на Южном Урале. Практическая значимость // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. Т. 46, № 1(109). С. 67-73. DOI 10.24412/1728-5283_2023_1_67_73. EDN TRJKZC.

R E F E R E N C E S

1. Popkov V.I. Tectonics of the pre-Jurassic sedimentary complex of the western Turanian plate // Geotectonics. 1986. No. 4. С. 106-116.

2. Khain V.E., Bogdanov N.A., Popkov V.I., Chekhovich P.A. Tectonics of the Caspian Sea bottom // *Geology of the regions of the Caspian and Aral Seas*. Almaty: Kazakhstan Geological Society "KazGEO". 2004. pp. 58-78.
3. Popkov V.I., Popkov I.V. Fold-thrust dislocations in Triassic deposits of the Scythian-Turanian platform // *Geology and geophysics of the South of Russia*. 2023. T. 13, No. 1. pp. 34-46. DOI: 10.46698/VNC.2023.42.57.003.
4. Votsalevsky E.S., Shlygin D.A. Oil and gas systems of sedimentary basins of the Kazakhstan sector of the Caspian Sea // *Geology of Kazakhstan*. 2004. No. 3. pp. 330-342.
5. Ammosov I.I., Grechishnikov N.P., Gorshkov V.I., Volkova T.P. Paleogeothermy and oil content. M.: Nauka, 1982. 108 p.
6. Gribkov V.V., Kalugin A.K., Aristarov M.G., Belikova A.R., Tamarov A.I. Prospects for the oil and gas potential of pre-Jurassic deposits of the Buzachi Peninsula and Northern Ustyurt // *Geology of Oil and Gas*. 1981. No. 5. S. 3540.
7. Bagdasaryan L.L. Microorganic residues in oils of the Buzachi Peninsula. L.: 1976. S. 67-71.
8. Vinogradova K.V., Tsaturova A.A. Palinostratigraphy and paleogeography of pre-Jurassic deposits of Western Kazakhstan (Buzachi Peninsula) // *Palynology in biostratigraphy, paleoecology and paleogeography*. Abstracts of reports of the 8th All-Russian Palynological Conference. M: 1996. pp. 28-29.
9. Popkov V.I., Rabinovich A.A., Dosmukhambetova G.D. Geological prerequisites for geological exploration in the northern part of the Buzachi Peninsula // *Geology of oil and gas*. 1991. No. 2. pp. 2-7.
10. Pronin A.P., Shestoperova L.V., Munara A. Prospects for the oil and gas potential of pre-Jurassic deposits of the northern slope of the Buzachinsky uplift // *Oil and Gas*. 2021. No. 5 (125). pp. 34-45. DOI:10.37878/2708-0080/2021-5.02.
11. Ostroukhov S.B., Krashakova A.V., Bochkarev A.V. The concept of the formation of hydrocarbon deposits in the Northern Caspian in the Jurassic-Cretaceous complex of sediments // *Geology and development of fields in the Lower Volga and Northern Caspian*. Proceedings of VolgogradNIPImorneft. Issue 70. Volgograd, 2011. pp. 72-87.
12. Kuandykov B.M., Turkov O.S., Shestoperova L.V. Geological structure and assessment of the hydrocarbon potential of the northeastern segment of the Caspian Sea (within Kazakhstan) // *Geology of the regions of the Caspian and Aral Seas*. Almaty: "KazGeo", 2004. pp. 224-236.
13. Popkov V.I. Geology and prospects for oil and gas potential of the foundation of the south-west of the Turan Plate / V. I. Popkov // *Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan*. 2023. T. 49, No. 4(112). pp. 56-65. DOI 10.24412/1728-5283-2023-4-56-65. EDN IQYABV.
14. Popkov V.I. Reservoir properties of arkosic sandstones in Triassic deposits of the Scythian-Turanian platform / V. I. Popkov, I. V. Popkov // *Bulletin of the Academy*

of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. Т. 48, No. 3(111). pp. 21-29. DOI 10.24412/1728-5283-2023-3-21-29. EDN ATQHKT.

15. Kazantseva T.T. About hyperbasites and melange in the Southern Urals. Practical significance // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. Т. 46, No. 1(109). pp. 67-73. DOI 10.24412/1728-5283_2023_1_67_73. EDN TRJKZC.

Сведения об авторах:

Попков Василий Иванович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, профессор кафедры нефтяной геологии, гидрогеологии и геотехники ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149. 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», 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149. e-mail: iv-popkov@mail.ru ORCID: 0000-0002-2386-6611.

Author's personal details:

Popkov Vasily Ivanovich, doctor of geological and mineralogical sciences, professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kuban State University, st. Stavropolskaya, 149, 350040, Krasnodar, Russian Federation, E-mail: geoskubsu@mail.ru. ORCID: 0000-0002-2959-4901.

Popkov Ivan Vasilievich, candidate of geological and mineralogical sciences, assistant professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State University", st. Stavropolskaya, 149, 350040, Krasnodar, Russian Federation, E-mail: iv-popkov@mail.ru. ORCID: 0000-0002-2386-6611.

© Попков В.И., Попков И.В.

**ТЕНДЕНЦИИ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

© Кузнецова Альфия Рашитовна

© Кузнецов Александр Игоревич

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,

г. Уфа, Российский Федерация

Аннотация. Многие страны в последние годы все больше озабочены проблемой выбросов парниковых газов. В Российской Федерации для решения этой задачи тоже предпринимаются целенаправленные меры. К 2030 г. объемы формируемых в стране выбросов должны быть сокращены на 70% относительно уровня 1990 г. Структуру выбросов парниковых газов по секторам экономики в 2021 г. в Российской Федерации, согласно данным официальной статистики, составили: 1) энергетика – 77,9%, 2) промышленные процессы и использование промышленной продукции – 12%, 3) сельское хозяйство – 5,6%, 4) отходы – 4,5%. Удельный вес утилизации выбросов с помощью землепользования в 2005 г. составил 28,4%, в 2010 г. – 34,6%, в 2020 г. – 27%, в 2021 г. – 22,5%. Согласно данным Росстата, выбросы в атмосферу диоксида углерода (CO₂) возросли на 9,6%, составив в 2021 г. 1712 млн.тонн. Выбросы в атмосферу метана (CH₄) увеличились на 1,7%, составив 314,8 млн.тонн. Нисходящую динамику сокращения объемов выбросов в анализируемой динамике продемонстрировали технологические выбросы и выбросы от потерь, а также выбросы от деятельности, связанной с нефтью и газом. Наибольшие объемы выбросов парниковых газов промышленных предприятий связаны с металлургией. Объемы выбросов от деятельности металлургических производств за период с 2005 по 2021 гг. возросли незначительно, лишь на 0,3%, составив 110,7 млн.тонн выбросов, что свидетельствует об активно проводимой работе в данном направлении. Анализ структуры формирования выбросов, связанных с отходами, показал, что наибольший объем выбросов приходится на захоронения твердых бытовых отходов. Объемы формирования твердых бытовых отходов возросли с 38,63 до 70,07 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил 81,4%. Для решения задачи снижения выбросов парниковых газов необходимо повышать энергоэффективность, повторно использовать и сокращать объемы отходов, использовать экологичные виды транспорта, осуществлять лесовосстановление, проводить активную профилактическую и просветительскую работу, в т.ч. по защите лесов от пожаров.

Ключевые слова: выбросы, энергетика, промышленные процессы, отходы, сельское хозяйство, парниковые газы, диоксид углерода, лесоматериалы, воспроизводство лесов, лесовосстановление

TRENDS IN GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN THE RUSSIAN FEDERATION

© **Kuznetsova Alfiya Rashitovna**

© **Kuznetsov Alexander Igorevich**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
"Ufa University of Science and Technology",
Ufa, Russian Federation

Summary. Many countries have become increasingly concerned about greenhouse gas emissions in recent years. In the Russian Federation, targeted measures are also being taken to solve this problem. By 2030, the volume of emissions generated in the country should be reduced by 70% relative to the 1990 level. The structure of greenhouse gas emissions by economic sector in 2021 in the Russian Federation, according to official statistics, was: 1) energy - 77.9%, 2) industrial processes and use of industrial products - 12%, 3) agriculture - 5.6%, 4) waste - 4.5%. The share of recycling emissions through land use in 2005 was 28.4%, in 2010 - 34.6%, in 2020 - 27%, in 2021 - 22.5%. According to Rosstat, atmospheric emissions of carbon dioxide (CO₂) increased by 9.6%, amounting to 1,712 million tons in 2021. Emissions of methane (CH₄) into the atmosphere increased by 1.7%, amounting to 314.8 million tons. A downward trend in the reduction of emissions in the analyzed dynamics was demonstrated by technological emissions and emissions from losses, as well as emissions from oil and gas-related activities. The largest volumes of greenhouse gas emissions from industrial enterprises are associated with metallurgy. Volumes of emissions from metallurgical production activities for the period from 2005 to 2021. increased slightly, by only 0.3%, amounting to 110.7 million tons of emissions, which indicates active work in this direction. An analysis of the structure of waste-related emissions formation showed that the largest volume of emissions comes from the disposal of municipal solid waste. The volume of solid waste generated increased from 38.63 to 70.07 million tons of CO₂ equivalent per year, the growth rate of these emissions was 81.4%. To solve the problem of reducing greenhouse gas emissions, it is necessary to increase energy efficiency, reuse and reduce waste volumes, use environmentally friendly modes of transport, carry out reforestation, and carry out active preventive and educational work, incl. to protect forests from fires.

Key words: emissions, energy, industrial processes, waste, agriculture, greenhouse gases, carbon dioxide, timber, forest reproduction, reforestation

Введение. Многие страны в последние годы все больше озабочены проблемой выбросов парниковых газов. Президентом Российской Федерации в 2020 г. был издан Указ №666 от 4 ноября 2020 г. «О сокращении выбросов парниковых газов», в котором была поставлена «задача обеспечения к 2030 г. сокращения выбросов парниковых газов до 70% относительно уровня 1990 г. с учетом максимально возможной поглощающей способности лесов и иных экосистем и при условии устойчивого и сбалансированного социально-экономического развития Российской Федерации»[1]. В Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. отмечается, что «в настоящее время и ожидаемое в перспективе изменение климата сопряжено с повсеместными и необратимыми последствиями для антропогенных и естественных систем, а также несет риски обеспечения безопасности и устойчивого развития»[2].

По мнению Н.В. Пахомова и А.М. Краснова, «в рамках Киотского протокола в целях предотвращения глобального изменения климата подписавшими этот документ странами, в числе которых находились 38 ведущих индустриальных государств, были взяты на себя обязательства по сокращению выбросов парниковых газов»[3].

Согласно некоторым данным, в России за период «с 1970 по 2004 гг. размеры выбросов парниковых газов возросли на 70%»[4]. Среди газов, вызывающих парниковый эффект, выделяют: «водяной пар, углекислый газ, закись азота, метан, озон, синтетические парниковые газы»[4].

С целью сокращения выбросов парниковых газов, в различных отраслях экономики развиваются проекты «замкнутого цикла» или безотходного производства[5].

В Российской Федерации «доля угледобывающей индустрии в структуре выбросов парниковых газов в сравнении другими объектами топливно-энергетического комплекса относительно невысока, однако в связи с ростом добычи угля совокупный объем выбросов увеличивается»[6]. В работе Я.Ю. Блиновской отмечается, что «на территории России расположено 22 угольных бассейна и 129 отдельных месторождений»[7].

По мнению М.С. Ермаковой, «углеродная отчетность компаний становится одним из главнейших видов отчетности, определяющих их инвестиционную привлекательность»[8]. Согласно имеющимся данным, выбросы делятся на прямые и косвенные (рис. 1).



Рис. 1 – Происхождение прямых и косвенных выбросов [8]

Мировым сообществом для учета выбросов парниковых газов действуют такие институты, как Институт мировых ресурсов и Всемирный деловой совет по устойчивому развитию, которые координируют инструмент учета выбросов парниковых газов, называемый GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol)[8].

Различают прямые и косвенные выбросы. К прямым выбросам относят «выбросы парниковых газов от источников, которые находятся в собственности и (или) на которых осуществляется хозяйственная деятельность отчитывающейся компании»[8]. К непрямым (косвенным) выбросам относят «выбросы, которые являются следствием деятельности отчитывающейся компании, но поступают в атмосферу из источников, принадлежащих в (или) контролируемых другой компанией»[8]. Далее различают три категории выбросов: «Score 1, Score 2 и Score 3»[8].

К первой категории «Score 1» относятся «прямые выбросы парниковых газов, выбросы из собственных или контролируемых организацией источников, отчетность по ним является обязательной»[8].

Ко второй категории «Score 2» относятся «косвенные энергетические выбросы, продуцируемые от производства энергии на сторонних энергоисточниках, приобретенных (приобретаемых, закупаемых) у поставщика, т.е. выбросы, появившиеся в результате потребленной организацией электроэнергии, пара, тепла или холода, отчетность по ним также является обязательной»[8].

К третьей категории «Score 3» относятся «косвенные выбросы парниковых газов, образованных в результате эксплуатации транспортных средств, не принадлежащих отчитывающейся компании или ею не контролируемых, но используемых для командировок сотрудников, выбросы от складирования продукции в сторонних логистических центрах, энергия, потребляемая при использовании клиентами продукции компании, выбросы парниковых газов от утилизации отходов продукции, выбросы франшиз и пр.; отчетность по этому виду выбросов является добровольной, не обязательной»[8].

Под «углеродным следом (от англ.: carbon footprint)» подразумевается:

- «общее количество газов, производимых одним человеком, организацией, мероприятием или продуктом»[9];

- «совокупность всех выбросов парниковых газов, прямо и косвенно произведенных организацией или продуктом»[8];

- «количество выбросов углекислого газа (CO₂), связанных со всей деятельностью человека или другой организации (например, здания, корпорации, страны и т.д.); куда входят прямые выбросы, например, возникающие в результате сжигания ископаемого топлива в промышленности, отоплении и транспорте, а также выбросы, необходимые для производства электроэнергии, связанной с потребляемыми товарами и услугами; выбросы других парниковых газов, таких как метан, закись азота или хлорфторуглероды (ХФУ)»[10] и т.д.

В работах одних российских ученых оценивается проблема изменения климата, проводится анализ «эколого-экономической ситуации, предлагается интегральный индекс для оценки экологической безопасности»[11-20], другими учеными «обширные лесные массивы рассматриваются как фабрики по депонированию углерода, способные поглощать миллионы тонн углекислого газа в год»[21]. В большинстве работ подчеркивается, что «изменение климата вызывает потребность как в сельском, так и в лесном хозяйстве»[22, 23, 24]. Об этом пишут и китайские ученые, которые обращают внимание на необходимость ведения «циклического сельского хозяйства, открывающее новый путь к высокоэффективному и экологически чистому производству»[25]. Исследователи также отмечают, что «углеродная нейтральность является необходимым условием промышленного развития в наше время»[26]. Финские ученые исследуют влияние «осушенных торфяников на формирование выбросов, а повторное заболачивание и выращивание влагоустойчивых растений является мерой по сокращению выбросов»[27] и т.д.

Таким образом, проблематика карбоновых выбросов является предметом исследования ученых из разных стран, занимающихся самыми разнообразными предметными областями. Мировая углеродная политика ориентирована на ресурсосбережение, повышение энергоэффективности, цикличное

использование ресурсов, проведение профилактических и популяризационных мер, в том числе направленных на раздельный сбор мусора и его переработку.

Цель статьи заключается в исследовании тенденций, состава и структуры формирования выбросов парниковых газов в Российской Федерации, а также объемов лесопотребления и лесовосстановления.

Материалы и методы. В исследовании использованы официальные данные Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации за период с 2005 по 2021 гг. В качестве основных методов использованы графический, табличный и статистический методы исследования.

Результаты исследования. Согласно официальным данным Росстата [28, 29], за период с 2005 по 2021 гг. общий объем выбросов парниковых газов в Российской Федерации имел тенденцию к росту (рис. 2).

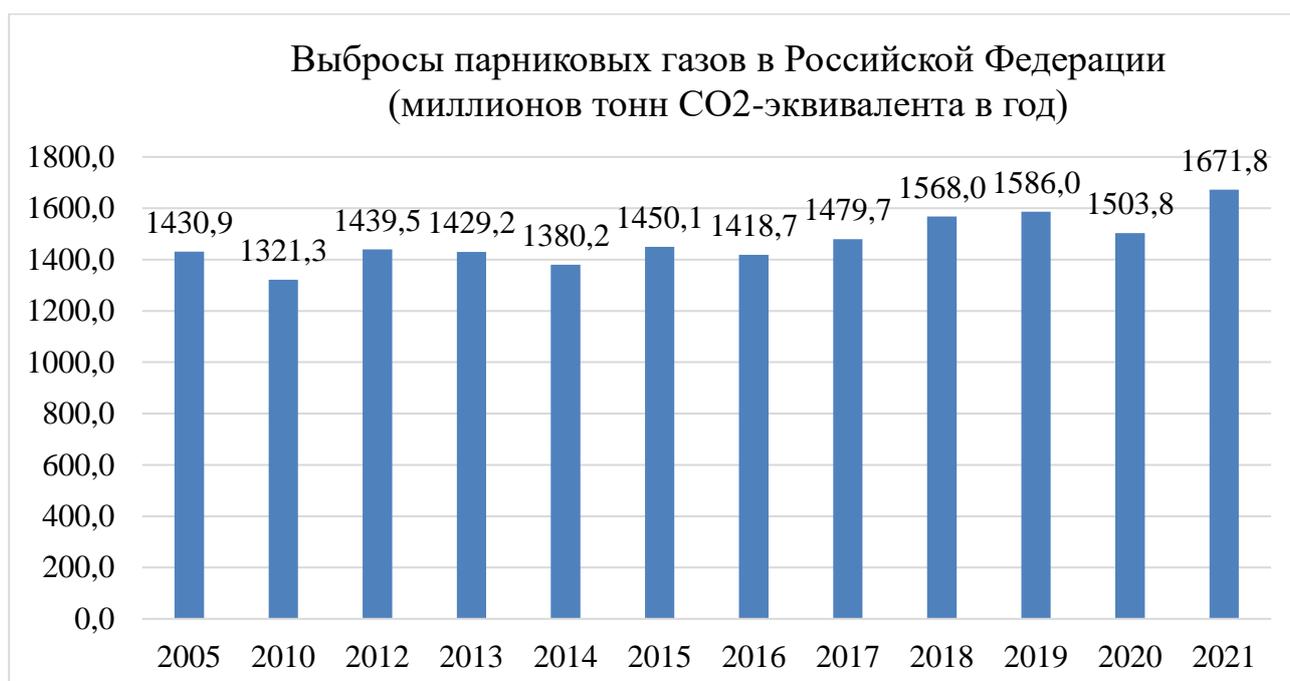


Рис. 2 – Выбросы парниковых газов в Российской Федерации (миллионов тонн CO₂-эквивалента в год) [28]

В 2005 г. объемы выбросов CO₂ составляли 1430,9 млн. тонн в год, к 2021 г. их размер возрос до 1671,8 млн. тонн в год. Несмотря на некоторое снижение объемов выбросов в 2010 и в 2014 гг., общие объемы выбросов парниковых газов в Российской Федерации за период с 2005 по 2021 гг. увеличились на 16,8%.

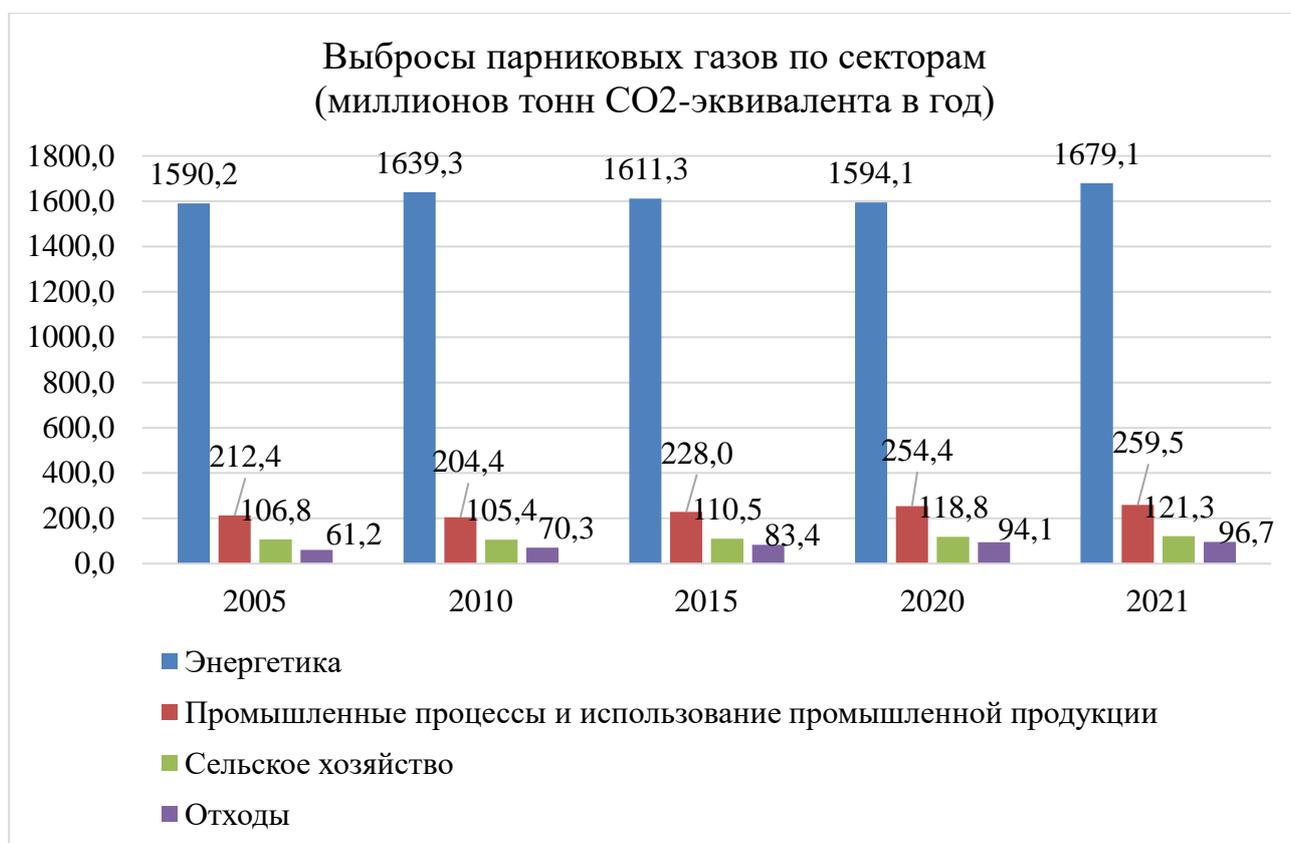


Рис. 3 – Выбросы парниковых газов по секторам в Российской Федерации (миллионов тонн CO₂-эквивалента в год) [28]

Оценка состава выбросов в разрезе различных секторов экономики показывает, что наибольшие объемы выбросов парниковых газов принадлежат энергетическим ресурсам, появление которых сопряжено со сжиганием угля, нефти, газа и др. За период с 2005 по 2021 гг. их объемы возросли с 1590,2 до 1679,1 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, а темп роста составил 5,6%.

Второе место по объемам выбросов принадлежит промышленным процессам и использованию промышленной продукции. Объемы промышленных выбросов в стране, согласно официальной статистике, возросли с 212,4 до 259,5 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, при этом темп роста составил 22,2%.

Третье место по объемам выбросов принадлежит сельскому хозяйству. Объемы выбросов от функционирования отрасли сельского хозяйства возросли с 106,8 до 121,3 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, а темп роста составил 13,6%.

Важно отметить, что благодаря богатому лесному фонду, которым обладает Российская Федерация, часть выбросов парниковых газов утилизируется. Рассмотрим структуру выбросов парниковых газов по секторам экономики на рис. 4.

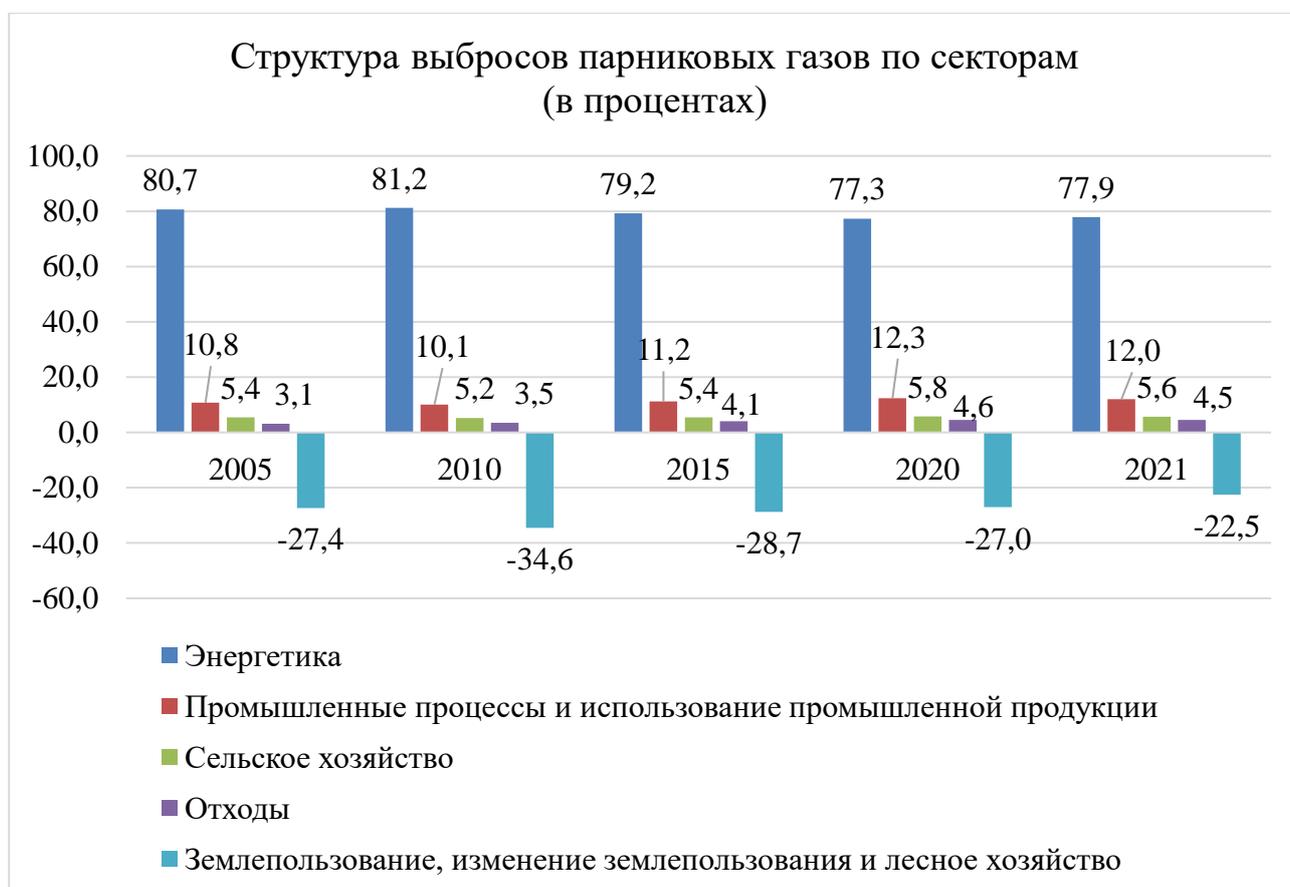
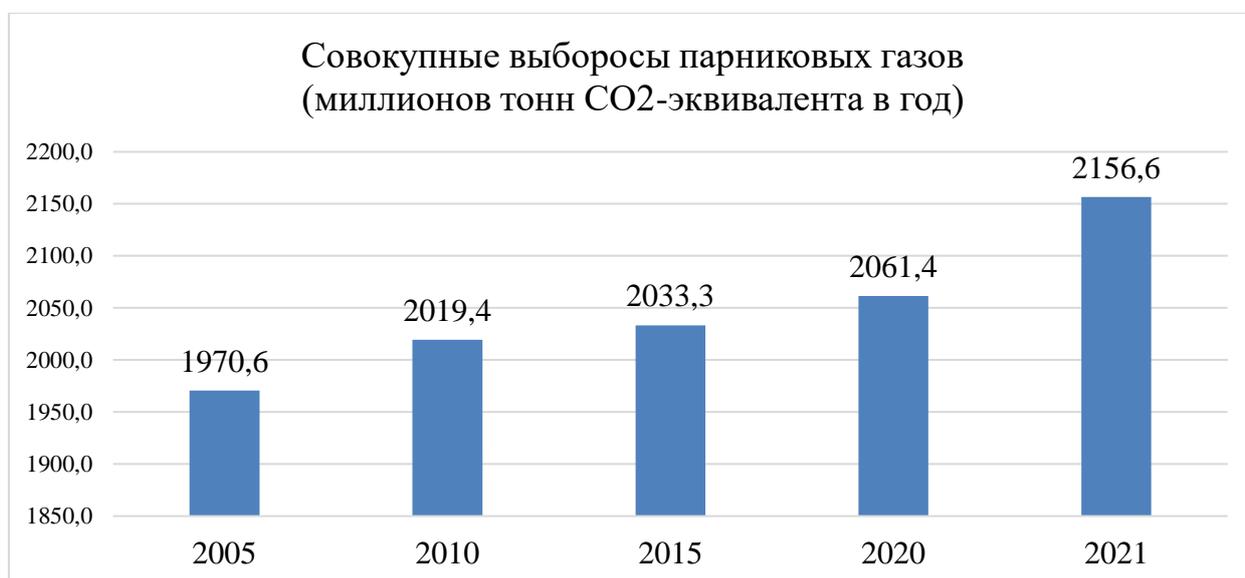


Рис. 4 – Структура выбросов парниковых газов по секторам экономики в Российской Федерации (в процентах к общему объему формирования) [28]

Анализ структуры выбросов парниковых газов показывает, что за период с 2005 по 2021 гг. удельный вес выбросов парниковых газов от энергетики уменьшился с 80,7 до 77,9%. Удельный вес выбросов от промышленных процессов и использования промышленной продукции возрос с 10,8 до 12%. Удельный вес выбросов от деятельности отрасли сельского хозяйства увеличился с 5,4 до 5,6%. Удельный вес выбросов от разнообразных отходов возрос с 3,1 до 4,5%.

Общие объемы утилизации выбросов парниковых газов в стране уменьшились с 539,7 до 484,4 млн. тонн CO₂-эквивалента в год, при этом темп снижения утилизации этих отходов составил 10,2%. Знак «минус» означает абсорбцию (поглощение) парниковых газов из атмосферы. Удельный вес утилизации выбросов с помощью землепользования в 2005 г. составил 27,4%, в 2010 г. – 34,6%, в 2015 г. – 28,7%, в 2020 г. – 27%, в 2021 г. – 22,5%.

Согласно данным Российского национального кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, по данным за период с 2005 по 2021 гг. совокупный объем выбросов парниковых газов в Российской Федерации стремительно рос (рис. 5).



*Рис.5 – Совокупные выбросы парниковых газов
(миллионов тонн CO₂-эквивалента в год) [28]*

В 2005 году совокупный объем выбросов парниковых газов составлял 1970,6 миллионов тонн. С 2010 по 2020 гг. наблюдается стабильный рост объемов выбросов парниковых газов. За 2021 год произошел резкий скачок выбросов по сравнению с 2020 годом, – на 95,2 млн. тонн. В целом за исследуемый период с 2005 по 2021 гг., совокупное количество парниковых газов возросло на 186 миллионов тонн, темп их прироста составил 9,4%.

Оценка совокупных выбросов парниковых газов по видам показывает, что в общем объеме доминируют выбросы диоксида углерода (рис. 6).

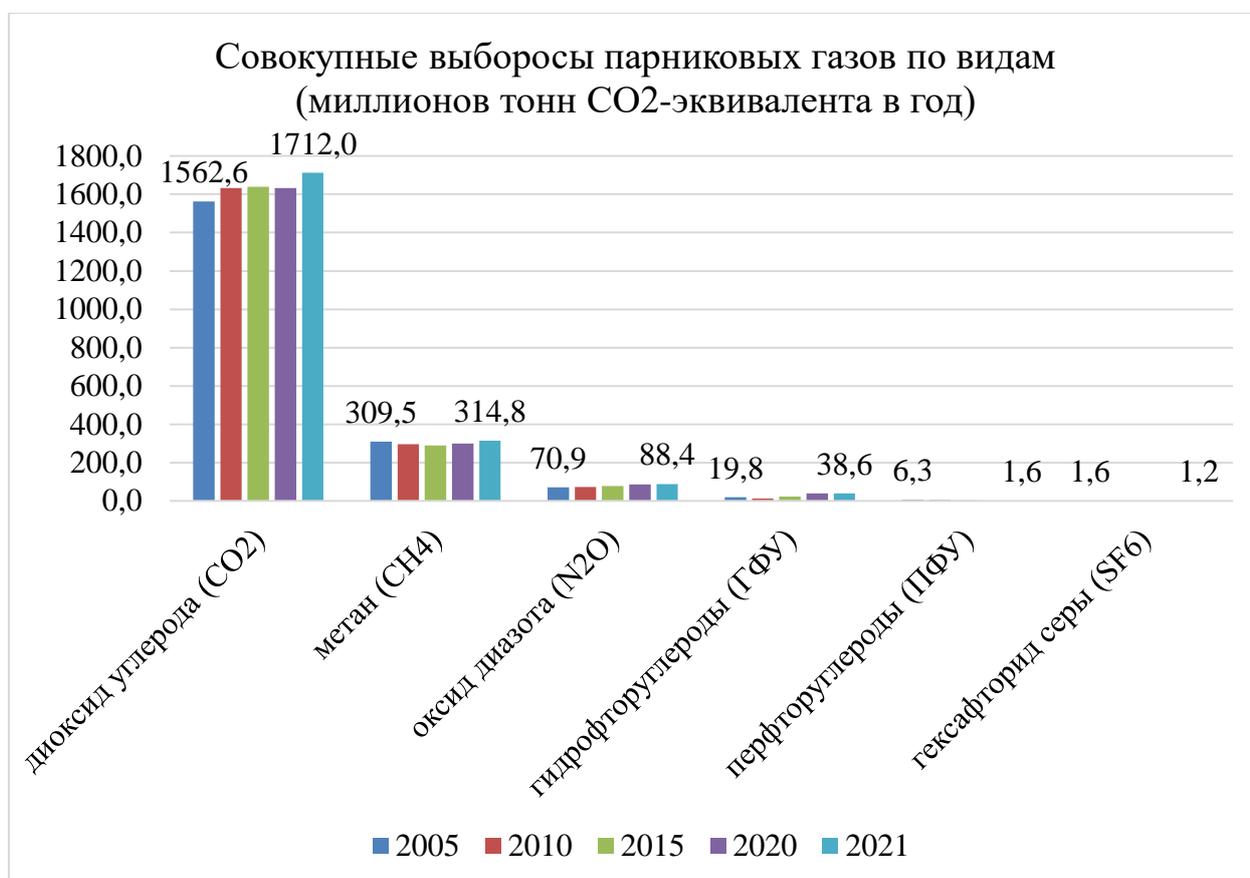


Рис. 6 – Совокупные выбросы парниковых газов по видам антропогенных выбросов в Российской Федерации (миллионов тонн CO₂-эквивалента в год) [28]

Согласно данным Росстата, выбросы в атмосферу диоксида углерода (CO₂) за период с 2005 по 2021 гг. возросли с 1562,6 до 1712 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил 9,6%. Выбросы в атмосферу метана (CH₄) увеличились с 309,5 до 314,8 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил 1,7%. Выбросы оксида азота (N₂O) возросли с 70,9 до 88,4 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил 24,7%.

Выбросы гидрофторуглеродов (ГФУ) в Российской Федерации за период с 2005 по 2021 гг. возросли с 19,8 до 38,6 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил 94,9%. Гидрофторуглероды (ГФУ) это «синтетические парниковые газы с очень высоким потенциалом глобального потепления, в сотни и тысячи раз превосходящие диоксид углерода CO₂ по силе парникового воздействия; они применяются в качестве холодильных агентов для холодильных установок и систем кондиционирования воздуха, сопровождаются утечкой в атмосферу до 15% заправленного хладагента в год»[29].

Рассмотрим объемы выбросов парниковых газов от деятельности, связанной с энергетикой на рис. 7.

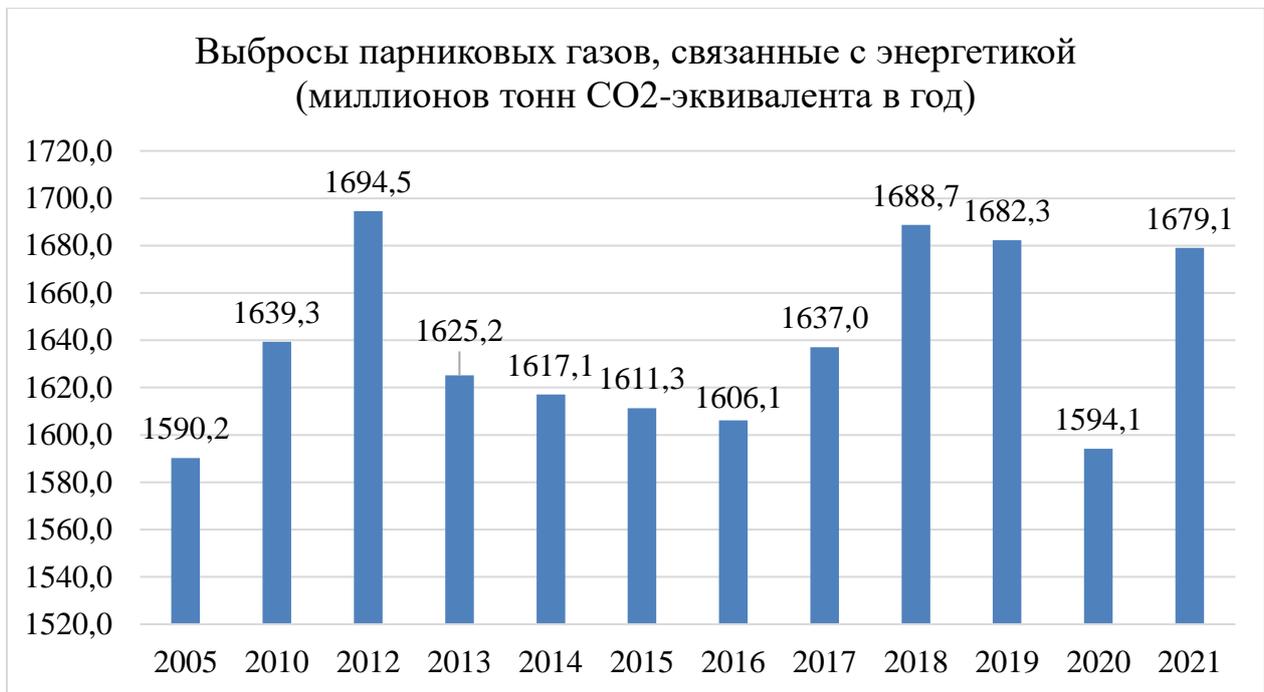


Рис. 7 – Выбросы парниковых газов, связанные с энергетикой (миллионов тонн CO₂-эквивалента в год) [28]

В динамике с 2005 по 2021 гг. общие объемы выбросов парниковых газов возросли с 1590,2 до 1679,1 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил 5,6%. При этом с 2012 по 2016 гг. объемы вбросов имели устойчивую нисходящую тенденцию: с 1694,5 до 1606,1 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, т.е. на 5,2%. Детализированную информацию по видам выбросов парниковых газов, связанных с энергетикой, рассмотрим на рис. 8.



Рис. 8 – Выбросы парниковых газов, связанные с энергетикой (миллионов тонн CO₂-эквивалента в год) [28]

В составе выбросов парниковых газов от деятельности, связанной с энергетикой, существенно доминируют выбросы от сжигания ископаемых топлив. Их размер за период с 2005 по 2021 гг. возрос с 1351,9 по 1448,8 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил 7,2%. Размеры выбросов от добычи твердых топлив возросли с 54,7 до 70,1 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил на 28,2%.

Нисходящую динамику сокращения объемов выбросов в анализируемой динамике продемонстрировали технологические выбросы и выбросы от потерь, а также выбросы от деятельности, связанной с нефтью и газом. Так, размеры технологических выбросов и выбросов от потерь уменьшились с 238,4 до 230,4 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп уменьшения объемов этих выбросов составил 3,4%. Размеры выбросов от деятельности, связанной с нефтью и газом, сократились с 183,7 до 160,3 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп сокращения объемов этих выбросов составил на 12,7%.

Рассмотрим объемы выбросов парниковых газов, связанных с промышленными процессами и использованием промышленной продукции на рис. 9.



Рис. 9 – Выбросы парниковых газов, связанные с промышленными процессами и использованием промышленной продукции (миллионов тонн CO₂-эквивалента в год) [28]

Объемы выбросов парниковых газов, связанных с промышленными процессами и использованием промышленной продукции за период с 2005 по 2021 гг. возросли с 212,43 до 259,52 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп сокращения объемов этих выбросов составил на 22,2%.

Детализированную информацию по видам выбросов парниковых газов, связанных с промышленными процессами и использованием промышленной продукции, рассмотрим на рис. 10.

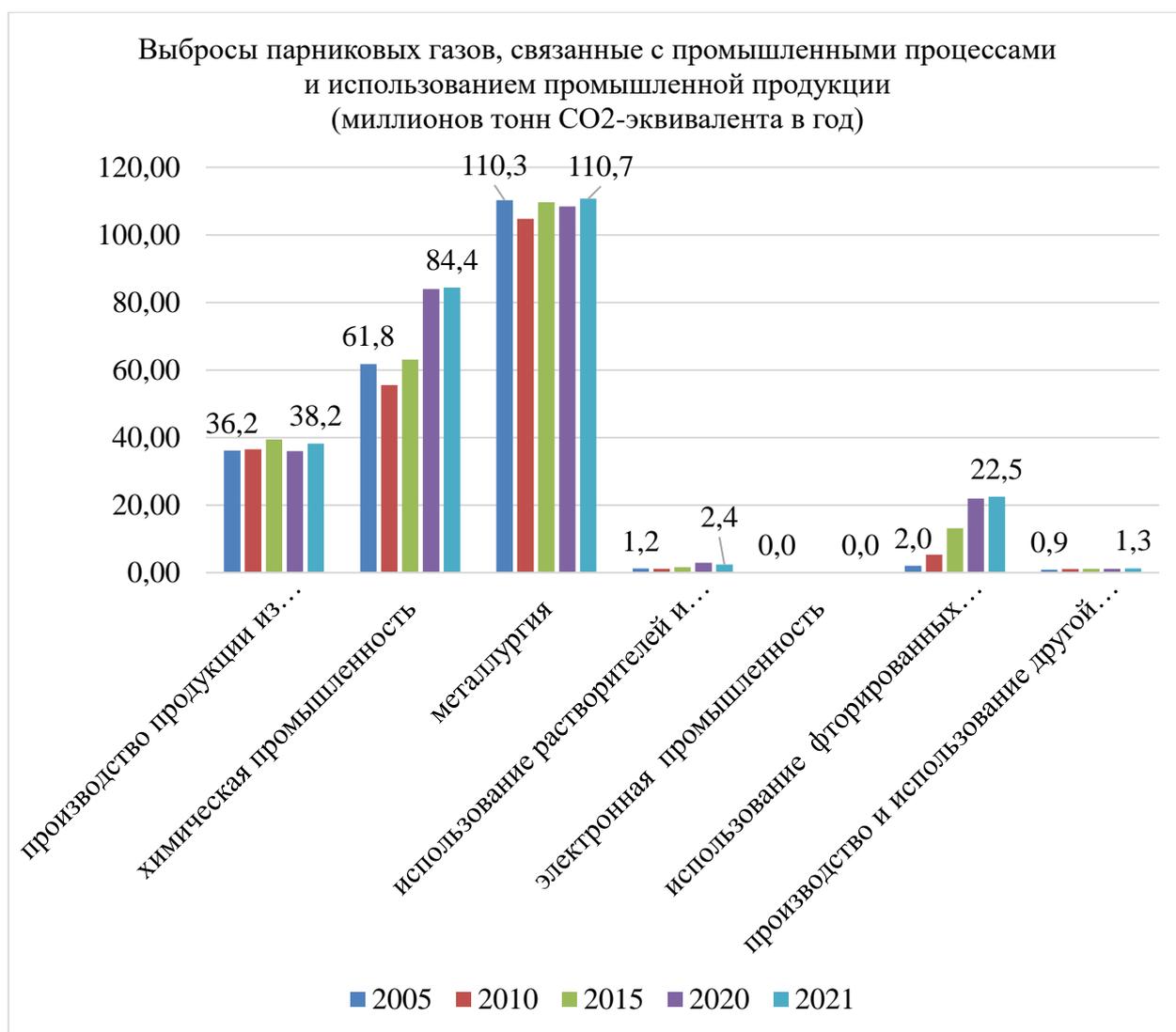


Рис. 10 – Выбросы парниковых газов, связанные с промышленными процессами и использованием промышленной продукции (миллионов тонн CO₂-эквивалента в год) [28]

Наибольшие объемы выбросов парниковых газов промышленных предприятий связаны с металлургией. Объемы выбросов от деятельности металлургических производств за период с 2005 по 2021 гг. возросли с 110,3 до 110,7 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил на 0,3%.

На втором месте по объемам промышленных выбросов находится химическая промышленность. Объемы выбросов от деятельности предприятий химической промышленности за период с 2005 по 2021 гг. возросли с 61,79 до 84,41 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил на 36,6%.

Третье место по объемам промышленных выбросов занимает производство продукции из минерального сырья. Объемы выбросов от

деятельности предприятий по производству продукции из минерального сырья за период с 2005 по 2021 гг. возросли с 36,2 до 38,2 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил на 5,5%.

Четвертое место по объемам промышленных выбросов занимает производство продукции из фторированных заменителей озоноразрушающих веществ. Объемы выбросов от деятельности предприятий по производству продукции из минерального сырья за период с 2005 по 2021 гг. возросли с 2,01 до 22,51 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил 11,2 раза.

Пятое место по объемам промышленных выбросов занимает использование растворителей и неэнергетических продуктов из топлива. Объемы выбросов от деятельности предприятий по производству продукции из минерального сырья за период с 2005 по 2021 гг. возросли с 1,23 до 2,41 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил на 95,5%. 95,9%

Рассмотрим состав выбросов парниковых газов, связанных с деятельностью сельскохозяйственных организаций на рис. 11.

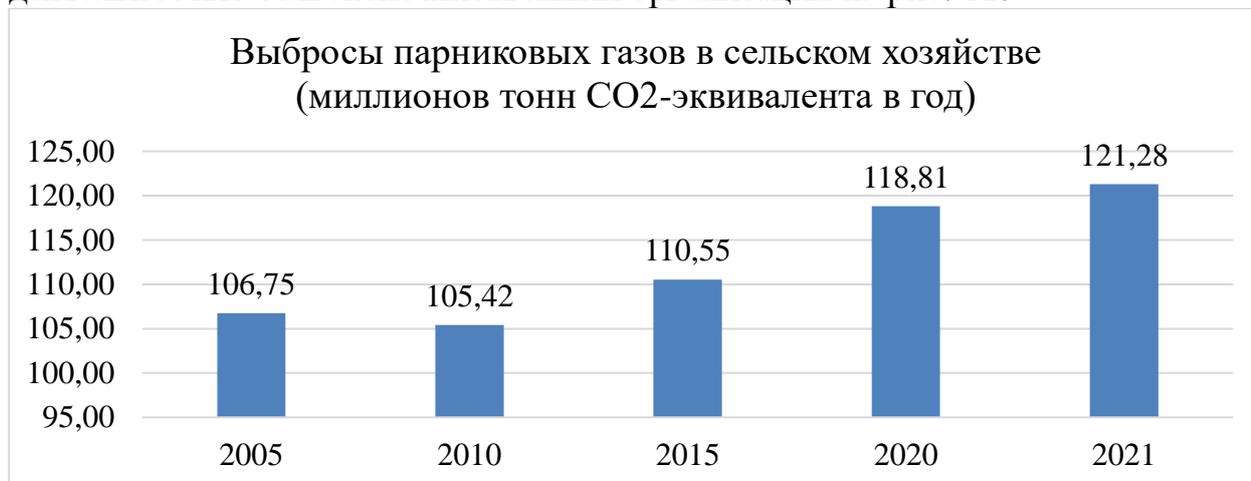


Рис. 11 – Выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве Российской Федерации (миллионов тонн CO₂-эквивалента в год) [28]

Объемы выбросов парниковых газов, связанных с деятельностью сельскохозяйственных организаций за период с 2005 по 2021 гг. возросли с 106,75 до 121,28 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил на 13,6%.

Детализированную информацию по видам выбросов парниковых газов, связанных с деятельностью сельскохозяйственных организаций, рассмотрим на рис. 12.

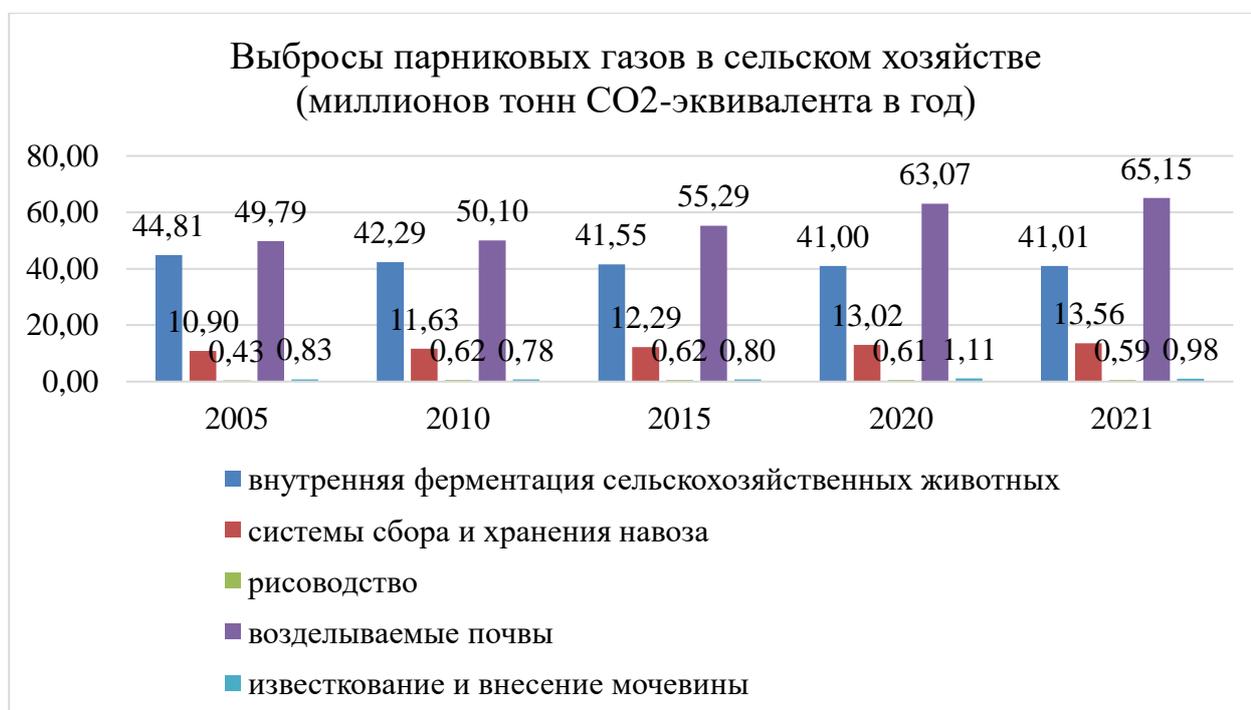


Рис. 12 – Выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве Российской Федерации (миллионов тонн CO₂-эквивалента в год) [28]

Наибольший объем выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве принадлежит возделыванию почвы. Здесь объемы выбросов возросли с 49,79 до 65,15 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп роста объемов этих выбросов составил на 30,9%.

На втором месте по объемам выбросов в сельском хозяйстве занимает внутренняя ферментация сельскохозяйственных животных. Объемы выбросов от деятельности предприятий в сельском хозяйстве от внутренней ферментации сельскохозяйственных животных за период с 2005 по 2021 гг. уменьшились с 44,81 до 41,01 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп сокращения объемов этих выбросов составил 8,5%.

На третьем месте по объемам выбросов от деятельности предприятий в сельском хозяйстве занимает сбор и хранение навоза. Объемы выбросов от деятельности по сбору и хранению навоза за период с 2005 по 2021 гг. возросли с 10,9 до 13,56 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил на 24,4%.

Рассмотрим состав выбросов парниковых газов, связанных с отходами в Российской Федерации на рис. 13.

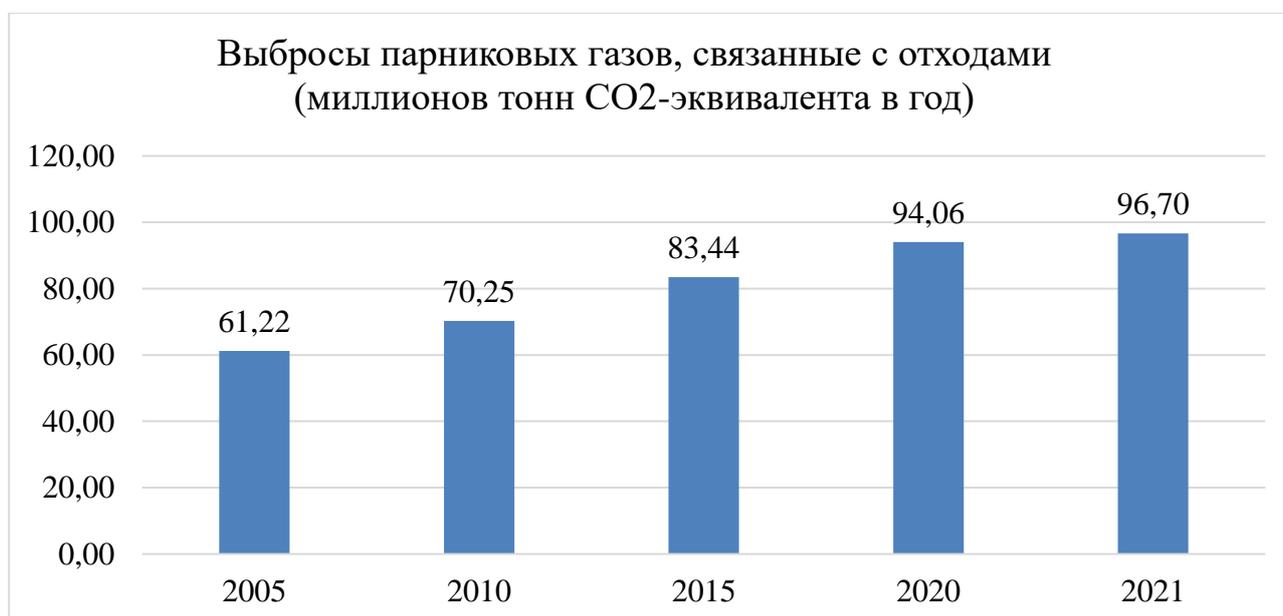


Рис. 13 – Выбросы парниковых газов, связанные с отходами в Российской Федерации (миллионов тонн CO₂-эквивалента в год) [28]

Общие размеры выбросов парниковых газов, связанных с отходами, за период с 2005 по 2021 гг. в Российской Федерации возросли с 61,22 до 96,7 млн. тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил 58%.

Рассмотрим структуру образования выбросов, связанных с отходами в Российской Федерации на рис. 14.

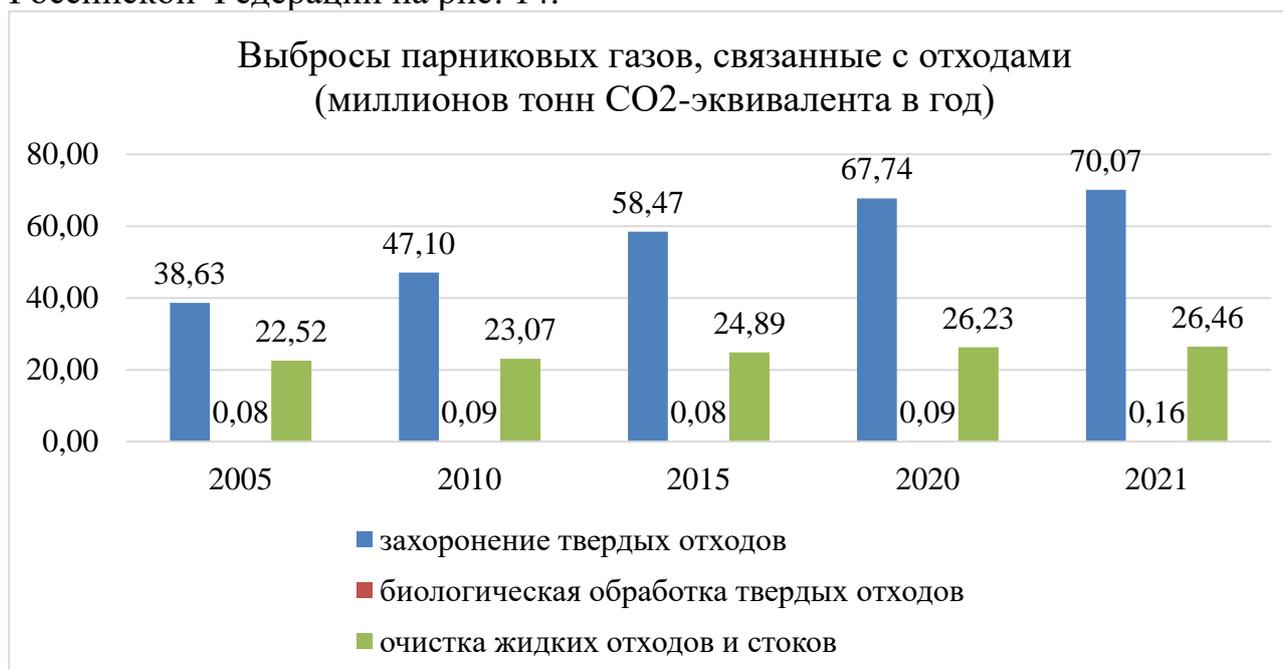


Рис. 14 – Выбросы парниковых газов, связанные с отходами в Российской Федерации (миллионов тонн CO₂-эквивалента в год) [28]

Анализ структуры формирования выбросов, связанных с отходами, показал, что наибольший объем выбросов приходится на захоронения твердых бытовых отходов. Объемы формирования твердых бытовых отходов возросли с 38,63 до 70,07 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил 81,4%.

Второе место по формированию выбросов от отходов занимает очистка жидких отходов и стоков. Объемы формирования выбросов, связанных с очисткой жидких отходов и стоков возросли с 22,52 до 26,46 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил 17,5%.

Третье место формированию выбросов от отходов занимает биологическая обработка твердых отходов. Объемы формирования выбросов, связанных с биологической обработкой твердых отходов возросли с 0,08 до 0,16 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил 92,8%.

Рассмотрим объемы утилизации выбросов парниковых газов, связанных с лесным хозяйством и землепользованием в Российской Федерации (миллионов тонн CO₂-эквивалента в год) на рис. 15.

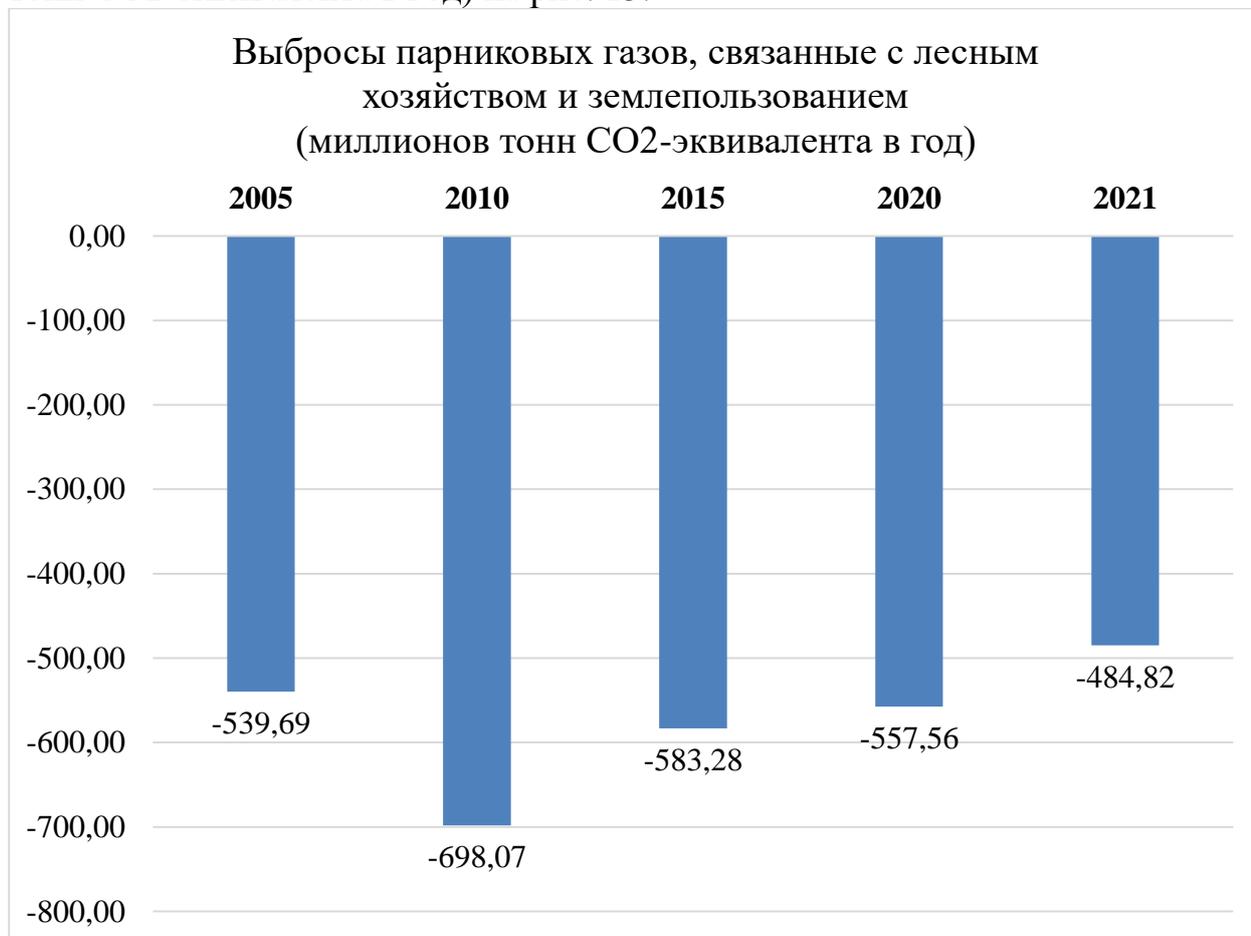


Рис. 15 – Выбросы парниковых газов, связанные с лесным хозяйством и землепользованием в Российской Федерации (миллионов тонн CO₂-эквивалента в год) [30]

Как мы уже отмечали, знак «минус» означает абсорбцию (поглощение) парниковых газов из атмосферы. В 2005 г. объемы поглощения выбросов были равными 539,69 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, в 2010 г. – 698,07 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, в 2015 г. – 583,28 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, в 2020 г. – 557,56 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, в 2021 г. – 484,82 млн.тонн CO₂-эквивалента в год. Общее уменьшение объемов поглощаемых выбросов в Российской Федерации составило 10,2%.

Данные по составу выбросов парниковых газов, связанных с лесным хозяйством и землепользованием в Российской Федерации представлены на рис. 16.

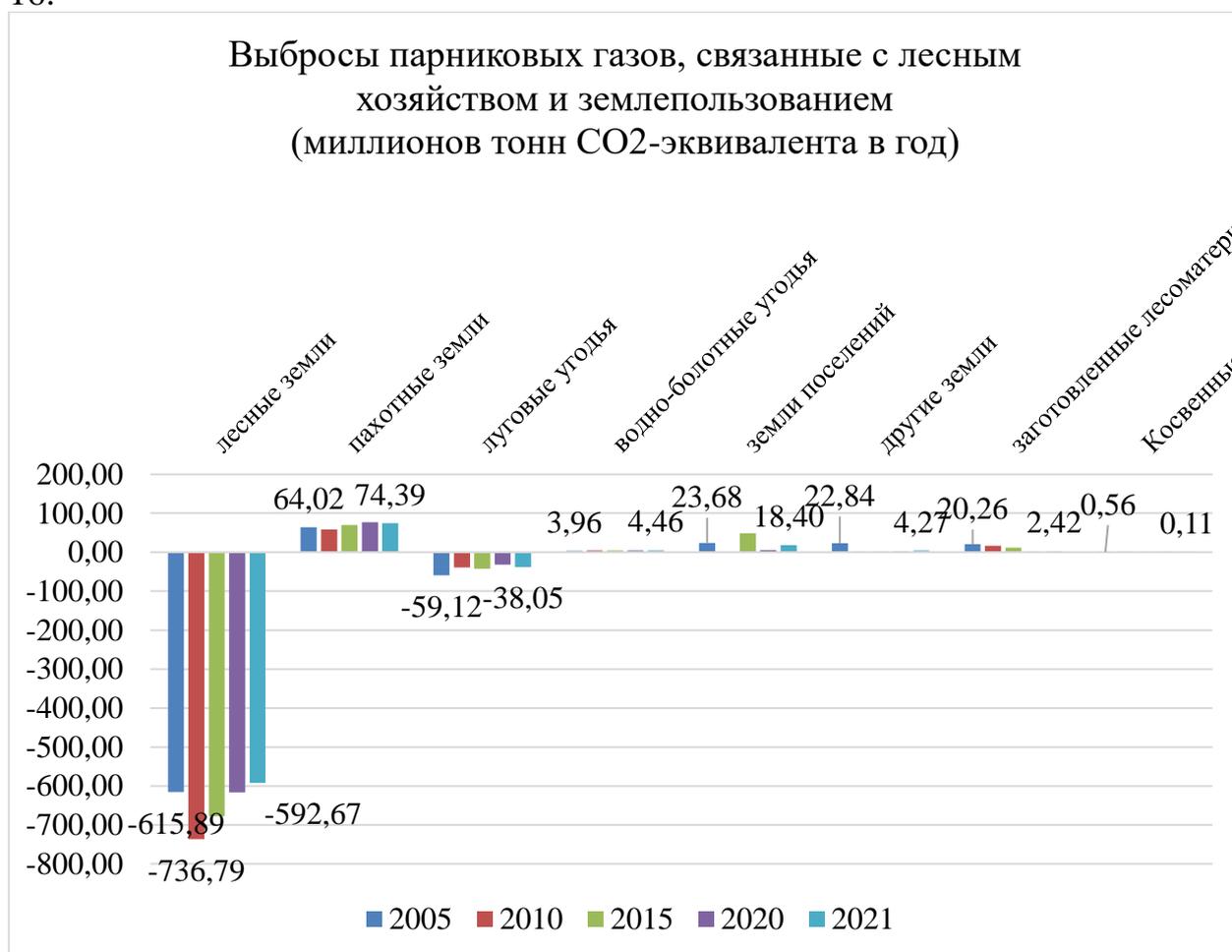


Рис. 16 – Состав выбросов парниковых газов, связанных с лесным хозяйством и землепользованием в Российской Федерации (миллионов тонн CO₂-эквивалента в год) [30]

Наибольшие объемы выбросов парниковых газов, связанных с лесным хозяйством и землепользованием, формируют пахотные земли. Их объемы

возросли с 64,02 до 74,39 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп прироста объемов этих выбросов составил 16,2%.

На втором месте по формированию выбросов парниковых газов, связанных с лесным хозяйством и землепользованием, занимают земли поселений. Их объемы в анализируемой динамике уменьшились с 23,68 до 18,4 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп сокращения объемов этих выбросов составил 22,3%.

На третьем месте по формированию выбросов парниковых газов, связанных с лесным хозяйством и землепользованием, занимают водно-болотные угодья. Их объемы в анализируемой динамике увеличились с 3,96 до 4,46 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, темп роста объемов этих выбросов составил 12,6%.

Абсорбция (поглощение) парниковых газов в Российской Федерации успешно осуществляется лесными землями, лесной растительностью. В 2005 г. объемы поглощения выбросов были равными 615,89 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, в 2010 г. – 736,79 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, в 2015 г. – 677,93 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, в 2020 г. – 616,25 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, в 2021 г. – 592,67 млн.тонн CO₂-эквивалента в год. Общее уменьшение объемов поглощаемых выбросов в Российской Федерации составило 3,8%.

Кроме лесных земель поглощение парниковых газов осуществляется луговыми угодьями. В 2005 г. объемы поглощения выбросов были равными 59,12 млн.тонн CO₂-эквивалента в год, в 2010 г. – 39,46 млн.тонн, в 2015 г. – 42,74 млн.тонн, в 2020 г. – 31,77 млн.тонн, в 2021 г. – 38,05 млн.тонн. Общее уменьшение объемов поглощаемых выбросов в Российской Федерации составило 35,6%.

Из года в год с Российской Федерации растет лесопотребление (рис. 17).



Рис. 17 – Производство лесоматериалов необработанных в Российской Федерации (млн плотных кубических метров) [31]

За период с 2005 по 2021 гг. объемы производства лесоматериалов необработанных возросли с 113 до 148 млн.плотн. куб.м., т.е. на 31%.

Важно отметить, что в нашей стране серьезное внимание уделяется воспроизводству лесов (рис. 18).



Рис. 18 – Воспроизводство лесов в Российской Федерации (тысяч гектаров) [31]

За период с 2005 по 2021 гг. увеличение объемов лесовосстановления составило с 812,3 до 1059 тыс.га., общий темп воспроизводства лесов составил 30,4%. Важно отметить, что к уровню 2023 г., согласно имеющимся официальным данным, темп прироста объемов восстановления составил 44%, в 2023 г. стал равным 1170 тыс.га. Удельный вес искусственного лесовосстановления за период с 2005 по 2021 гг. уменьшился с 23% до 19,7%, а к уровню 2023 г. стал равным 17,8%.

Выводы. Проведенный нами анализ показал, что темпы лесопотребления и лесовосстановления в стране являются примерно одинаковыми.

На основе анализа официальных данных Росстата, приходится констатировать, что общие объемы выбросов парниковых газов в Российской Федерации за период с 2005 по 2021 гг. увеличились на 16,8%. Наибольшие объемы выбросов парниковых газов принадлежат энергетическим ресурсам,

появление которых сопряжено со сжиганием угля, нефти, газа и др. За исследуемый период их объемы возросли на 5,6%, составив 1679,1 млн.тонн CO₂-эквивалента в год. Вопросам выбросов загрязняющих веществ промышленных предприятий уделено внимание в работе Васильевой М.А.[32], а учет зон сочленения территориальных зон и природных платформ осуществляется в много численных работах Т.Т. Казанцевой[13-19, 33].

Второе место по объемам выбросов принадлежит промышленным процессам и использованию промышленной продукции. Объемы промышленных выбросов в стране, согласно официальной статистике, возросли на 12,2%, составив 259,5 млн.тонн CO₂-эквивалента в год в 2021 г.

Третье место по объемам выбросов принадлежит сельскому хозяйству. Объемы выбросов от функционирования отрасли сельского хозяйства возросли на 13,6%, составив 121,3 млн.тонн выбросов.

Проведенный нами анализ показал, что увеличение объемов парниковых газов в будущем может привести к глобальному потеплению. Урбанизация способствует увеличению выбросов парниковых газов. Для решения задачи снижения выбросов парниковых газов необходимо повышать энергоэффективность, повторно использовать и сокращать объемы отходов, использовать экологичные виды транспорта, осуществлять лесовосстановление, проводить активную профилактическую и просветительскую работу, в т.ч. по защите лесов от пожаров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента РФ от 4 ноября 2020 г. № 666 “О сокращении выбросов парниковых газов”. Источник: clck.ru/39hBs9 (дата обращения: 10.02.2024).
2. Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. Источник: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtIpyzWfHaiUa.pdf> (дата обращения: 08.02.2024).
3. Пахомова Н.В. Политика в области глобальных климатических изменений: инструменты, целевые ориентиры и инновационные стратегии бизнеса / Н. В. Пахомова, А. М. Краснов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2010. № 2. С. 20-34. EDN MVRFQD.
4. Березовская Д. Парниковый эффект: как он возникает и почему опасен. Источник: <https://rg.ru/2024/03/01/parnikovyj-effekt-kak-on-voznikaet-i-rochemu-opasen.html?ysclid=lu5m38z536615638659> (дата обращения: 12.02.2024).
5. Белова А. Как в разных отраслях развивают проекты замкнутого цикла. Источник: <https://rg.ru/2024/03/18/kak-v-raznyh-otrasliah-razvivaiut-proekty-zamknutogo-cikla.html> (дата обращения: 10.02.2024).

6. Vasileva M.A., Tigina Ju. O. Study of pollutant emissions from an industrial plant in accordance with permissible emission standards // Dialogue of cultures: Материалы XV международной научно-практической конференции на английском языке, Санкт-Петербург, 19 мая 2022 года. Vol. Часть II. Санкт-Петербург: Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, 2022. Pp. 56-60. EDN MEKAGT.
7. Блиновская Я.Ю., Мазлова Е.А. Выбросы парниковых газов при добыче и переработке угля: состояние проблемы и технологии сокращения // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2019. № 54. С. 145-154. DOI 10.33933/2074-2762-2019-54-145-154. EDN VZFIWE.
8. Ermakova M.S. Greenhouse gas emissions: breaking them down. // Ecology of production. // Ecology of production. 2021. No. 2 (199). pp. 98-105. DOI: 10/33465/2078-3981-2021-199-2-98-105. Source: <https://news.ecoindustry.ru/wp-content/uploads/2021/02/Ermakova.pdf?ysclid=lu5m6w4vg948926734> (access date: 02/09/2024).
9. Carbon footprint: what it is and how to reduce it. Source: <https://etoa.store/blog/carbonfootprint?ysclid=lu9xlg5qf3392909309> (access date: 02/11/2024).
10. Carbon footprint. Ecology and conservation. Source: <https://www.britannica.com/science/carbon-footprint> (accessed 02/08/2024).
11. Petrov I.V., Merkulina I.A., Kharitonova T.V. Scientific and methodological approach to the environmental assessment of mining and energy projects in the Arctic / I. V. Petrov, // Coal. 2023. No. 5(1167). pp. 77-83. DOI 10.18796/0041-5790-2023-5-77-83. EDN KMG0YA.
12. Akhtyamov R.G., Makarova E.A., Gavrilova A.A. Analysis of greenhouse gas emissions from BRICS countries and ways to reduce emissions in railway transport // News of the St. Petersburg University of Railway Transport. – 2023. T. 20, No. 3. P. 694-705. DOI 10.20295/1815-588X-2023-3-694-705. EDN MPATFH.
13. Kazantseva T.T. Discussion. On the problem of cyclicity of geological processes // Geology. Proceedings of the Department of Geosciences and Natural Resources. 2023. No. 31. pp. 25-35. EDN CLNRIX.
14. Казанцева Т.Т. Основы петрологии в современной теоретической геологии // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2022. Т. 42, № 1(105). С. 23-29. DOI 10.24412/1728-5283_2022_1_23_29. EDN HEGEBD.
15. Казанцева Т.Т. К информативности структур вещественных комплексов в геодинамических условиях // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академия наук Республики Башкортостан. 2022. № 29. С. 46-57. EDN LBTBUE.

16. Казанцева Т. Т. О сдвиговых дислокациях западного Предуралья и зоны сочленения его с восточно-Европейской платформой // Доклады Академии наук. 2012. Т. 442, № 2. С. 211-214. EDN OOWUTZ.
17. Казанцева Т.Т. К становлению геологии национального парка ЮНЕСКО на севере Башкирии // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2021. Т. 39, № 2(102). С. 5-18. DOI 10.24412/1728-5283-2021-2-5-18. EDN DGJFFL.
18. Казанцева Т.Т. К аспектам проблем геологии Южного Урала // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. Т. 49, № 4(112). С. 5-10. DOI 10.24412/1728-5283-2023-4-5-10. EDN GTXVPR.
19. Кузнецова А.Р., Казанцева Т.Т. 90 лет Магадееву Басыру Давлетовичу / А. Р. Кузнецова, Т. Т. Казанцева // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. Т. 46, № 1(109). С. 102-103. DOI 10.24412/1728-5283_2023_1_102_103. EDN BТXFHG.
20. Кузнецов А.И. Формирование отходов производства и потребления по видам экономической деятельности в Российской Федерации и их Утилизация / А. И. Кузнецов // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2023. № 32. С. 82-97. DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-82-97. EDN RPNVVO.
21. Битва за климат: карбоновое земледелие как ставка России: экспертный доклад / под ред. А. Ю. Иванова, Н. Д. Дурманова (рук-ли авт. кол.); М. П. Орлов, К. В. Пиксендеев, Ю. Е. Ровнов и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. 120 с. ISBN 978-5-7598-2519-7 (в обл.). ISBN 978-5-7598-2281-3 (e-book). Источник: clck.ru/39hiar (Дата обращения: 10.02.2024).
22. Icerya purchasi Maskell (Hemiptera: Monophlebidae) Control Using Low Carbon Footprint Oligonucleotide Insecticides / N. V. Gal'chinsky, E. V. Yatskova, I. A. Novikov [et al.] // International Journal of Molecular Sciences. 2023. Vol. 24, No. 14. P. 11650. DOI 10.3390/ijms241411650. EDN QRHYCG.
23. Farm-scale practical strategies to reduce carbon footprint and emergy while increasing economic benefits in crop production in the North China plain / J. Zou, Y. Yang, S. Shi [et al.] // Journal of Cleaner Production. 2022. Vol. 359. P. 131996. DOI 10.1016/j.jclepro.2022.131996. EDN RTBDAV.
24. Carbon footprint and water footprint analysis of generating synthetic natural gas from biomass / D. Yao, Z. Xu, H. Qi [et al.] // Renewable Energy. 2022. Vol. 186. P. 780-789. DOI 10.1016/j.renene.2022.01.014. EDN DIGQUI.
25. Towards sustainable circular agriculture: An integrated optimization framework for crop-livestock-biogas-crop recycling system management under uncertainty / Q. Yue, P. Guo, H. Wu [et al.] // Agricultural Systems. 2022. Vol. 196. P. 103347. DOI 10.1016/j.agsy.2021.103347. EDN OZWILH.

26. Review of Current Prospects for Using Miscanthus-Based Polymers / N. A. Shavyrkina, V. V. Budaeva, E. A. Skiba [et al.] // *Polymers*. 2023. Vol. 15, No. 14. P. 3097. DOI 10.3390/polym15143097. EDN BTXIAB.
27. Effects of paludiculture products on reducing greenhouse gas emissions from agricultural peatlands / L. Lahtinen, T. Mattila, T. Myllyviita [et al.] // *Ecological Engineering*. – 2022. – Vol. 175. – P. 106502. – DOI 10.1016/j.ecoleng.2021.106502. – EDN JVBQTQ.
28. Официальный сайт государственной статистики Российской Федерации. Образование, использование, обезвреживание и размещение отходов производства и потребления в Российской Федерации. Источник: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 10.09.2023).
29. Регулирование в отношении гидрофторуглеродов (ГФУ) на морских судах. Мировой опыт. Источник: clck.ru/39dTZZ (дата обращения: 10.02.2024).
30. Официальный сайт государственной статистики Российской Федерации. Утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления по видам экономической деятельности (по ОКВЭД2). Источник: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 12.02.2024).
31. Официальный сайт государственной статистики Российской Федерации. Производство древесины необработанной в Российской Федерации. Источник: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (дата обращения: 14.03.2024).
32. Vasileva M.A. Study of pollutant emissions from an industrial plant in accordance with permissible emission standards / M. A. Vasileva, Ju. O. Tigina // *Dialogue of cultures: Материалы XV международной научно-практической конференции на английском языке, Санкт-Петербург, 19 мая 2022 года*. Vol. Часть II. Санкт-Петербург: Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, 2022. P. 56-60. EDN MEKAGT.
33. Kazantseva T.T. Strike-slip faults of the western Pre-Uralian area and its conjunction zone with the East European platform // *Doklady Earth Sciences*. 2012. Vol. 442, No. 1. P. 24-27. DOI 10.1134/S1028334X12010138. EDN PDKKNX.

REFERENCES

1. Decree of the President of the Russian Federation of November 4, 2020 No. 666 “On reducing greenhouse gas emissions.” Source: clck.ru/39hBs9 (date of access: 02/10/2024).
2. Strategy for the socio-economic development of the Russian Federation with low greenhouse gas emissions until 2050. Source: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtIpyzWfHaiUa.pdf> (access date: 02/08/2024).

3. Pakhomova N.V. Policy in the field of global climate change: tools, targets and innovative business strategies / N. V. Pakhomova, A. M. Krasnov // Bulletin of St. Petersburg University. Economy. 2010. No. 2. P. 20-34. EDN MVRFQD.
4. Berezovskaya D. The greenhouse effect: how it occurs and why it is dangerous. Source: <https://rg.ru/2024/03/01/parnikovyj-effekt-kak-on-voznikaet-i-pochemu-opasen.html?ysclid=lu5m38z536615638659> (access date: 02.12.2024).
5. Belova A. How closed-cycle projects are developed in different industries. Source: <https://rg.ru/2024/03/18/kak-v-raznyh-otrasliah-razvivaiut-proekty-zamknutogo-cikla.html> (access date: 02/10/2024).
6. Vasileva M.A., Tigina Ju. O. Study of pollutant emissions from an industrial plant in accordance with permissible emission standards // Dialogue of cultures: Proceedings of the XV international scientific and practical conference in English, St. Petersburg, May 19, 2022. Vol. Part II. St. Petersburg: Higher School of Technology and Energy SPbGUPTD, 2022. Pp. 56-60. EDN MEKAGT.
7. Blinovskaya Y.Yu., Mazlova E.A. Greenhouse gas emissions during coal mining and processing: state of the problem and reduction technologies // Scientific notes of the Russian State Hydrometeorological University. 2019. No. 54. pp. 145-154. DOI 10.33933/2074-2762-2019-54-145-154. EDN VZPJWE.
8. Ermakova M.S. Greenhouse gas emissions: breaking them down. // Ecology of production. // Ecology of production. 2021. No. 2 (199). pp. 98-105. DOI: 10/33465/2078-3981-2021-199-2-98-105. Source: <https://news.ecoindustry.ru/wp-content/uploads/2021/02/Ermakova.pdf?ysclid=lu5m6w4vg948926734> (access date: 02/09/2024).
9. Carbon footprint: what it is and how to reduce it. Source: <https://etoya.store/blog/carbonfootprint?ysclid=lu9xlg5qf3392909309> (access date: 02/11/2024).
10. Carbon footprint. Ecology and conservation. Source: <https://www.britannica.com/science/carbon-footprint> (accessed 02/08/2024).
11. Petrov I.V., Merkulina I.A., Kharitonova T.V. Scientific and methodological approach to the environmental assessment of mining and energy projects in the Arctic / I. V. Petrov, // Coal. 2023. No. 5(1167). pp. 77-83. DOI 10.18796/0041-5790-2023-5-77-83. EDN KMGOYA.
12. Akhtyamov R.G., Makarova E.A., Gavrilova A.A. Analysis of greenhouse gas emissions from BRICS countries and ways to reduce emissions in railway transport // News of the St. Petersburg University of Railway Transport. – 2023. T. 20, No. 3. P. 694-705. DOI 10.20295/1815-588X-2023-3-694-705. EDN MPATFH.
13. Kazantseva T.T. Discussion. On the problem of cyclicity of geological processes // Geology. Proceedings of the Department of Geosciences and Natural Resources. 2023. No. 31. pp. 25-35. EDN CLNRIX.

14. Kazantseva T.T. Fundamentals of petrology in modern theoretical geology // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2022. T. 42, No. 1(105). pp. 23-29. DOI 10.24412/1728-5283_2022_1_23_29. EDN HEGEBD.
15. Kazantseva T.T. On the information content of the structures of material complexes in geodynamic conditions // Geology. News of the Department of Earth Sciences and Natural Resources of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2022. No. 29. pp. 46-57. EDN LBTBUE.
16. Kazantseva T. T. On shear dislocations of the western Cis-Urals and its junction zone with the East European Platform // Reports of the Academy of Sciences. 2012. T. 442, No. 2. P. 211-214. EDN OOWUTZ.
17. Kazantseva T.T. Towards the formation of the geology of the UNESCO national park in the north of Bashkiria // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2021. T. 39, No. 2(102). pp. 5-18. DOI 10.24412/1728-5283-2021-2-5-18. EDN DGJFFL.
18. Kazantseva T.T. On aspects of the problems of geology of the Southern Urals // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. T. 49, No. 4(112). pp. 5-10. DOI 10.24412/1728-5283-2023-4-5-10. EDN GTXVPR.
19. Kuznetsova A.R., Kazantseva T.T. 90 years of Magadeev Basyr Davletovich / A. R. Kuznetsova, T. T. Kazantseva // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. T. 46, No. 1(109). pp. 102-103. DOI 10.24412/1728-5283_2023_1_102_103. EDN BTXFHG.
20. Kuznetsov A.I. Formation of production and consumption waste by type of economic activity in the Russian Federation and their disposal / A. I. Kuznetsov // Geology. Proceedings of the Department of Geosciences and Natural Resources. 2023. No. 32. P. 82-97. DOI 10.24412/2949-4052-2023-3-82-97. EDN RPNVVO.
21. The battle for climate: carbon farming as Russia's bet: expert report / ed. A. Yu. Ivanova, N. D. Durmanova (heads of the editorial team); M. P. Orlov, K. V. Piksendeev, Yu. E. Rovnov and others; National research University "Higher School of Economics". M.: Publishing house. House of the Higher School of Economics, 2021. 120 p. ISBN 978-5-7598-2519-7 (in the region). ISBN 978-5-7598-2281-3 (e-book). Source: clck.ru/39hiap (Access date: 02/10/2024).
22. Icerya purchasi Maskell (Hemiptera: Monophlebidae) Control Using Low Carbon Footprint Oligonucleotide Insecticides / N. V. Gal'chinsky, E. V. Yatskova, I. A. Novikov [et al.] // International Journal of Molecular Sciences. 2023. Vol. 24, No. 14. P. 11650. DOI 10.3390/ijms241411650. EDN QRHYCG.
23. Farm-scale practical strategies to reduce carbon footprint and emergy while increasing economic benefits in crop production in the North China plain / J. Zou, Y. Yang, S. Shi [et al.] // Journal of Cleaner Production. 2022. Vol. 359. P. 131996. DOI 10.1016/j.jclepro.2022.131996. EDN RTBDAV.

24. Carbon footprint and water footprint analysis of generating synthetic natural gas from biomass / D. Yao, Z. Xu, H. Qi [et al.] // *Renewable Energy*. 2022. Vol. 186. P. 780-789. DOI 10.1016/j.renene.2022.01.014. EDN DIGQUI.
25. Towards sustainable circular agriculture: An integrated optimization framework for crop-livestock-biogas-crop recycling system management under uncertainty / Q. Yue, P. Guo, H. Wu [et al.] // *Agricultural Systems*. 2022. Vol. 196. P. 103347. DOI 10.1016/j.agsy.2021.103347. EDN OZWILH.
26. Review of Current Prospects for Using Miscanthus-Based Polymers / N. A. Shavyrkina, V. V. Budaeva, E. A. Skiba [et al.] // *Polymers*. 2023. Vol. 15, No. 14. P. 3097. DOI 10.3390/polym15143097. EDN BTXIAB.
27. Effects of paludicultural products on reducing greenhouse gas emissions from agricultural peatlands / L. Lahtinen, T. Mattila, T. Myllyviita [et al.] // *Ecological Engineering*. – 2022. – Vol. 175. – P. 106502. – DOI 10.1016/j.ecoleng.2021.106502. – EDN JVBQTTQ.
28. Official website of state statistics of the Russian Federation. Generation, use, disposal and disposal of production and consumption waste in the Russian Federation. Source: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (date of access: 09/10/2023).
29. Regulation of hydrofluorocarbons (HFCs) on marine vessels. World experience. Source: clck.ru/39dTZZ (access date: 02/10/2024).
30. Official website of state statistics of the Russian Federation. Recycling and neutralization of production and consumption waste by type of economic activity (according to OKVED2). Source: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (access date: 02/12/2024).
31. Official website of state statistics of the Russian Federation. Production of unprocessed wood in the Russian Federation. Source: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy (access date: 03/14/2024).
32. Vasileva M.A. Study of pollutant emissions from an industrial plant in accordance with permissible emission standards / M. A. Vasileva, Ju. O. Tigina // *Dialogue of cultures: Materials of the xv international scientific and practical conference in English, St. Petersburg, May 19, 2022*. Vol. Part II. St. Petersburg: Higher School of Technology and Energy SPbGUPTD, 2022. P. 56-60. EDN MEKAGT.
33. Kazantseva T.T. Strike-slip faults of the western Pre-Uralian area and its conjunction zone with the East European platform // *Doklady Earth Sciences*. 2012. Vol. 442, No. 1. P. 24-27. DOI 10.1134/S1028334X12010138. EDN PDKKNX.

Сведения об авторах:

Кузнецова Альфия Рашитовна, доктор экономических наук, профессор. ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий». 450076, Российская Федерация, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32. ORCID ID: 0000-0003-0273-480. E-mail: alfia_2009@mail.ru

Кузнецов Александр Игоревич, студент, ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий». 450076, Российская Федерация г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32. ORCID ID: 0009-0008-6364-2867. E-mail: aleksander2055@mail.ru.

Author's personal details:

Kuznetsova Alfiya Rashitovna, Doctor of Economic Sciences, Professor. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa University of Science and Technology". 450076, Russian Federation, Ufa, st. Zaki Validi, 32. ORCID ID: 0000-0003-0273-480. E-mail: alfia_2009@mail.ru

Kuznetsov Aleksandr Igorevich, student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ufa University of Science and Technology». 450076, g. Ufa, ul. Zaki Validi, 32. ORCID ID: 0009-0008-6364-2867. E-mail: aleksander2055@mail.ru.

© Кузнецова А.Р., Кузнецов А.И.

ПАМЯТИ УЧЕНОГО УШЛА ИЗ ЖИЗНИ КАЗАНЦЕВА ТАМАРА ТИМОФЕЕВНА

*Памяти академика Академии наук РБ,
доктора геолого-минералогических наук
Казанцевой Тамары Тимофеевны*

2 февраля 2024 года ушла из жизни видный советский и российский ученый, академик Академии наук Республики Башкортостан, профессор, доктор геолого-минералогических наук, первооткрыватель законов геологического развития **Казанцева Тамара Тимофеевна.**

Тамара Казанцева родилась 8 мая 1934 года в городе Кривой Рог Украинской ССР. В 1959 году окончила Криворожский горнорудный институт. По распределению была направлена в комплексную геологоразведочную экспедицию Красноярского территориального геологического управления, работала там инженером-геологом.



С 1965 года ее научная и производственная деятельность тесно связана с Башкортостаном. Тамара Тимофеевна руководила геолого-съемочной партией Стерлитамакской поисковой конторы, работала начальником Туймазинской геолого-поисковой партии. С 1975 года по сегодняшний день она трудилась в Институте геологии УФИЦ РАН: старший научный сотрудник, заведующая лабораторией региональной геологии и геотектоники, главный научный сотрудник.

В 1985 году Тамара Казанцева стала доктором геолого-минералогических наук. В 1991 году избрана академиком Академии наук Республики Башкортостан. Как член Отделения наук о Земле и нефтегазовых технологий Академии наук Республики Башкортостан она принимала активное участие в разработке государственных программ, в выполнении научных проектов, в проведении научной экспертизы, возглавляла Научный совет АН РБ «Общая и теоретическая геология». Являлась членом редколлегии научного журнала «Вестник Академии наук Республики Башкортостан», постоянным рецензентом и автором.

Долгие годы Тамара Тимофеевна как ответственный редактор одна готовила к публикации научный журнал «Геология. Известия Отделения наук о

Земле и природных ресурсов». Она для всех была и коллегой, и Учителем, и наставником, и соратником.

Ее научная деятельность связана с исследованиями по геотектонике, петрологии, общей и региональной геологии. Казанцева Т.Т. открыла ряд научных законов геологического развития. Среди них: закон энергетической обеспеченности основных геологических процессов тектоническими силами, закон согласованности эволюционной направленности геологического вещества с направлением знака тектонического режима, закон соответствия состава природных единиц интенсивности тектонического режима, закон парагенетической компенсации в геологических системах.

Совместно с академиком Академии наук Республики Башкортостан М. Камалетдиновым и членом-корреспондентом Академии наук Республики Башкортостан Ю. Казанцевым Тамара Тимофеевна стала соавтором шарьяжно-надвиговой теории, которая позволяет объяснить основные геологические процессы в литосфере - горообразование, складчатость, осадконакопление, магматизм, сейсмичность и происхождение полезных ископаемых (руд, металлов, нефти, газа, алмазов).

Тамара Казанцева является автором более 500 научных трудов, в том числе более 20 монографий. Широко известны ее монографии «Аллохтонные офиолиты Урала» (М.: Наука, 1985), «Аллохтонные структуры и формирование земной коры Урала» (М.: Наука, 1987), «Научные законы геологического развития» (Уфа: Гилем, 2006), «Структурный фактор в теоретической геологии» (Уфа: Гилем, 2010) и многие другие научные работы.

За большой вклад в развитие геологической науки она награждена орденом Дружбы народов, дипломом ВДНХ СССР, почетной грамотой Академии наук Республики Башкортостан.

Буквально до последних минут своей жизни Тамара Тимофеевна продолжала активно трудиться во благо науки, стремилась внести свой высокопрофессиональный вклад в развитие геологии, активно писала научные статьи, выполняла государственные задания. При проведении научных исследований она всегда была всесторонне заинтересована в поиске научной новизны происходящих геологических процессов, стремилась передать свои знания молодым исследователям и коллегам-ученым, которыми очень дорожила. Ее богатейший научный опыт и доброжелательное отношение к людям сформировали деловую репутацию настоящего Ученого, интеллигентной, умной и деликатной женщины, умеющей ценить свое и чужое время.

Тамару Тимофеевну, как ученого, всегда отличала неиссякаемая энергия, высокая работоспособность, принципиальность, добропорядочность, которая прочно сочеталась с уважительным отношением к коллегам.

Светлая память о Тамаре Тимофеевне Казанцевой – талантливом ученом, добром наставнике, ответственном, мудром, бесконечно искреннем человеке, навсегда останется в наших сердцах...

*Отделение наук о Земле и нефтегазовых технологий
Академии наук Республики Башкортостан*