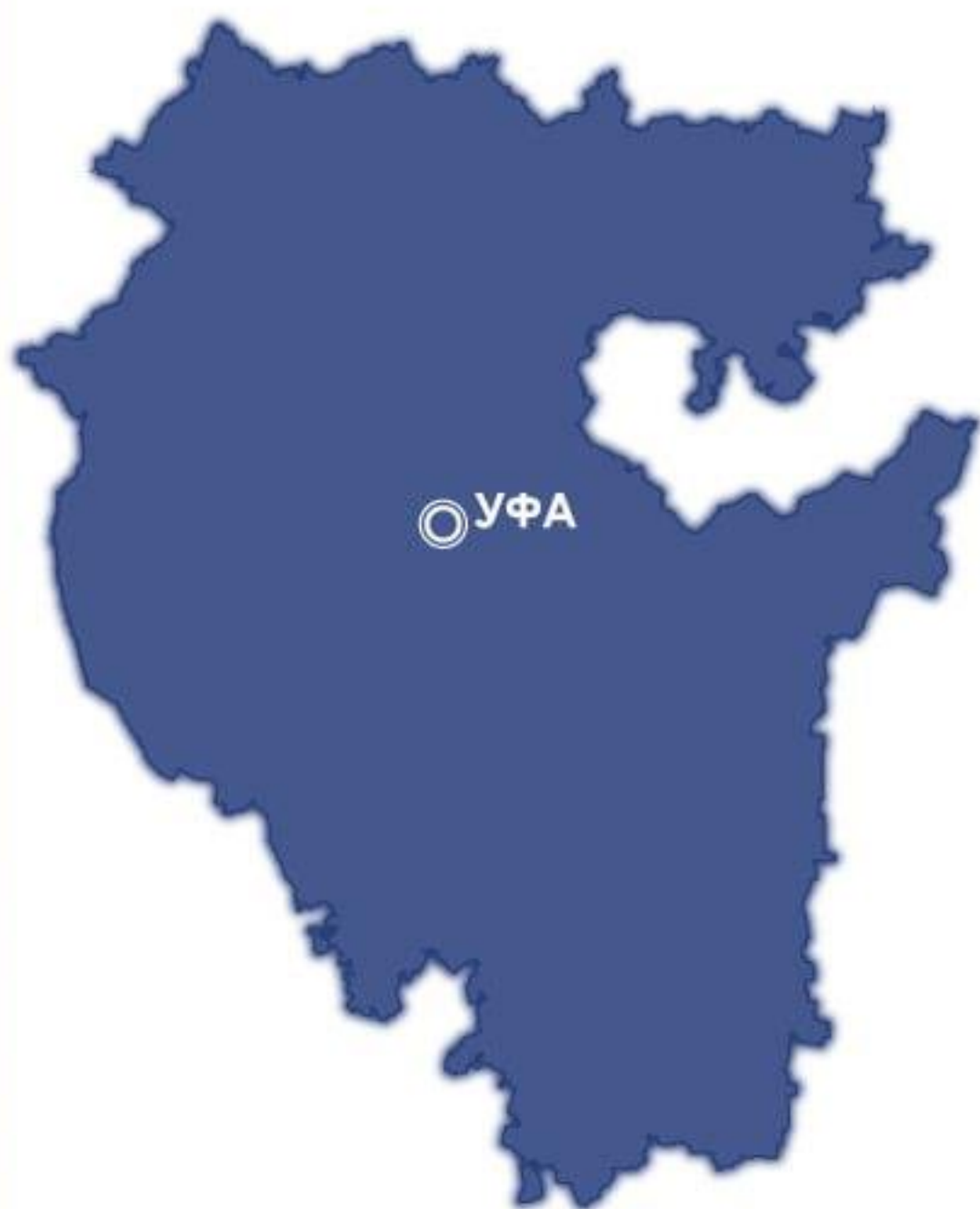


ГЕОЛОГИЯ

**АКАДЕМИЯ НАУК
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**



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

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

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

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

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

16+

№ 2 (43), 2026

ISSN 1728-7634
DOI 10.24412/1728-7634-2026-2

16+

№ 2 (43), 2026

ISSN 1728-7634
DOI 10.24412/1728-7634-2026-3

**Уфа
2026**

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, доктор экономических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» 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

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

ИБЛАМИНОВ Рустем Гильбрахманович	исследовательский центр Российской Академии наук», доктор геолого-минералогических наук, г. Уфа, Российская Федерация
КИСИН Александр Юрьевич	Профессор ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», доктор геолого-минералогических наук, доцент, г. Пермь, Российская Федерация
КИСЛОВ Евгений Владимирович	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
КНЕЛЛЕР Леонид Ефимович	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
КОВАЛЕВ Сергей Григорьевич	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
КОТЕНЕВ Юрий Алексеевич	Директор Института геологии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской Академии наук», доктор геолого-минералогических наук, г. Уфа, Российская Федерация
ЛОБАНКОВ Валерий Михайлович	Заведующий кафедрой «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», доктор технических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация
МУСТАФИН Сабир Кабирович	Профессор кафедры «Геофизические методы исследований», ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», доктор технических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация
ПУЧКОВ Виктор Николаевич	Профессор кафедры геологии, гидрометеорологии и геоэкологии, ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Уфа, Российская Федерация
ПРИЩЕПА Олег Михайлович	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
САВЕЛЬЕВ Виктор Алексеевич	Заведующий кафедрой геологии нефти и газа, ФГБОУ ВО «Санкт-петербургский горный университет», доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
СНАЧЕВ Александр Владимирович	Заведующий кафедрой геологии нефти и газа, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Ижевск, Российская Федерация
	Ведущий научный сотрудник, Институт геологии ФГБНУ «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской Академии наук»,

УСПЕНСКИЙ Борис Вадимович	кандидат геолого-минералогических наук, г. Уфа, Российская Федерация
ЧАЙКОВСКИЙ Илья Иванович	Заведующий кафедрой геологии нефти, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Казань, Российская Федерация
ЧЕРНЫШОВ Алексей Иванович	Заведующий лабораторией геологии месторождений полезных ископаемых, ФГБУН «Горный институт» Уральского отделения Российской академии наук, доктор геолого-минералогических наук, г. Пермь, Российская Федерация
ШУМИЛОВ Александр Владимирович	Заведующий кафедрой петрографии Геолого-географического факультета, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», доктор геолого-минералогических наук, профессор, г. Томск, Российская Федерация
МЕЖДУНАРОДНАЯ РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:	Профессор кафедры геофизики, ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», доктор технических наук, доцент, г. Пермь, Российская Федерация.
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.

Тел./Факс: +7 (347) 276-40-77.

Электронная почта: geology-akademia@vandex.ru

© Государственное бюджетное научное учреждение «Академия наук Республики Башкортостан», 2026

∞ ∞ ∞

Сетевое издание: «Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов» зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), регистрационный номер серия ЭЛ № ФС 77-85908 от 18 сентября 2023 года

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, Doctor of Economics, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa University of Science and Technology", 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
- 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
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
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
USPENSKY
Boris Vadimovich

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

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:

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

E-mail: geology-akademia@yandex.ru

© Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, 2026

СЕТЕВОЕ ИЗДАНИЕ
«Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов»
СОДЕРЖАНИЕ № 2 (43) 2026

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Попков Василий Иванович, Попков Иван Васильевич

ТЕКТОНИКА СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-11-31

11

Пунанова Светлана Александровна

**ГРЯЗЕВОЙ ВУЛКАНИЗМ И ГЛУБОКОПОГРУЖЕННЫЕ
ОТЛОЖЕНИЯ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ:
НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ И МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ
НАФТИДОВ**

DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-32-47

32

Мичурин Сергей Васильевич, Марданишина Регина Равилевна,

Самигуллин Айдар Альфридович, Казбулатова Гульфия Мавлетовна

**КАЛИЕВЫЕ ПОЛЕВЫЕ ШПАТЫ В ДОЛОМИТАХ ТИПОВОГО
РАЗРЕЗА РЕВЕТСКОЙ ПОДСВИТЫ В РАЙОНЕ Д. РЕВЕТЬ
(АВЗЯНСКАЯ СВИТА СРЕДНЕГО РИФЕЯ, ЮЖНЫЙ УРАЛ)**

DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-48-71

48

Юдин Виктор Владимирович

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ КРЫМА

DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-72-94

72

Кузнецов Александр Игоревич

**ТЕНДЕНЦИИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПЕРМСКОМ
КРАЕ**

DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-95-104

95

Зайнетдинов Энгель Ахметович

**МЯТЕЖНЫЙ ШАРЬЯЖИСТ (О Мурате Абдулхаковиче
Камалетдинове)**

DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-105-114

105

Юбилей Василия Ивановича Попкова

115

ONLINE EDITION
"Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences
and Natural Resources"
CONTENTS № 2 (43) 2026

EARTH SCIENCES

<i>Popkov Vasily Ivanovich, Popkov Ivan Vasilyevich</i> TECTONICS OF THE NORTH CASPIAN SEA DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-11-31	11
<i>Punanova Svetlana Aleksandrovna</i> MUD VOLCANISM AND DEEP-BURNED DEPOSITS OF THE EASTERN CIRCAUCASUS: OIL AND GAS POTENTIAL AND TRACE ELEMENT COMPOSITION OF NAPHTHIDES DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-32-47	32
<i>Michurin Sergey Vasilievich, Mardanshina Regina Ravilevna, Samigullin Aidar Alfridovich, Kazbulatova Gulfiya Mavletovna</i> POTASSIUM FELDSPARS IN DOLOMITES OF THE TYPICAL SECTION OF THE REVETSKY SUBFORMATION IN THE AREA OF THE REVET VILLAGE (AVZYANSKAYA FORMATION OF THE MIDDLE RIPHEAN, SOUTHERN URAL) DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-48-71	48
<i>Yudin Viktor Vladimirovich</i> CURRENT PROBLEMS OF GEOLOGY OF CRIMEA DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-72-94	72
<i>Kuznetsov Alexander Igorevich</i> ENVIRONMENTAL PROTECTION TRENDS IN PERM KRAI DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-95-104	95
<i>Zaynetdinov Engel Akhmetovich</i> THE REBELLIOUS THRUST-SHEET SPECIALIST (On Murat Abdulkhakovich Kamaletdinov) DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-105-114	105
<i>Vasily Ivanovich Popkov's Jubilee</i>	115

ТЕКТОНИКА СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

© Попков Василий Иванович, © Попков Иван Васильевич

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

г. Краснодар, Российская Федерация

Аннотация. В северной части Каспийского моря происходит сочленение разновозрастных блоков земной коры, принадлежащих Восточно-Европейской и Скифско-Туранской платформам. На основании анализа материалов высокоточной аэромагнитной съемки выделены крупные тектонические элементы гетерогенного фундамента, определены границы между ними. Исследованы тектонические дислокации доплитного пермско-триасового комплекса и перекрывающего его платформенного чехла. Установлена тектоническая расслоенность доплитного комплекса, обусловленная развитием в его разрезе пологих надвигов и срывов. Их формирование связано с коллизионными процессами, сопровождавшими закрытие остаточных бассейнов океана Палеотетис. В последующем своем развитии молодая Скифско-Туранская платформа периодически испытывала горизонтальное сжатие, приводившее к возобновлению подвижек по погребенным надвигам. В результате этого в отложениях чехла во фронтальных частях надвигов были сформированы асимметричные антиклинали. Помимо данного типа структур в отложениях плитного комплекса выявлены многочисленные послонные тектонические срывы и бескорневые антиклинали. Наиболее крупные из срывов, которые испытывали трансформацию горизонтальных смещений в вертикальные в головных частях пластин, проникают в вышележащие отложения и разрывают осадочный чехол на всю его мощность. Причиной их образования является транспрессивное воздействие тангенциальных напряжений, передающихся в пределы платформы из области альпийской коллизионной зоны Кавказа. Показана важная роль тектонических деформаций в формировании скоплений нефти и газа в доплитном комплексе и платформенных отложениях. Полученные результаты позволяют оптимизировать геологоразведочный процесс в регионе.

Ключевые слова: фундамент, доплитный комплекс, платформенный чехол, тектоническая расслоенность, складчато-надвиговые дислокации, тангенциальное сжатие, нефтегазоносность.

TECTONICS OF THE NORTH CASPIAN SEA

© Popkov Vasily Ivanovich, © Popkov Ivan Vasilyevich

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

Summary. In the northern part of the Caspian Sea, there is an articulation of different-aged blocks of the Earth's crust belonging to the East European and Scythian-Turanian platforms. Based on the analysis of aero-magnetic survey data, large tectonic elements of the heterogeneous basement have been identified, and the boundaries between them have been determined. The tectonic dislocations of the pre-platform Permian-Triassic complex and the platform cover that overlies it have

Для цитирования: Попков В.И., Попков И.В. Тектоника Северного Каспия // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2026. № 2. С. 11-31. DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-11-31.

been studied. The tectonic stratification of the pre-platform complex has been established, due to the development of gentle thrusts and faults in its section. Their formation is associated with the collisional processes that accompanied the closure of the residual basins of the Paleo-Tethys Ocean. In its subsequent development, the young Scythian-Turan platform was periodically subjected to horizontal compression, which led to the resumption of movements along buried thrusts. As a result, asymmetric anticlines were formed in the cover deposits in the frontal parts of the thrusts. In addition to this type of structure, numerous layer-by-layer tectonic failures and rootless anticlines have been identified in the deposits of the plate complex. The largest of the disruptions, which experienced the transformation of horizontal displacements into vertical displacements in the head parts of the plates, penetrated into the overlying deposits and ruptured the sedimentary cover throughout its entire thickness. The reason for their formation is the transpressive effect of tangential stresses that were transmitted into the platform from the Alpine collision zone of the Caucasus. The paper demonstrates the important role of tectonic deformations in the formation of oil and gas accumulations in the pre-platform complex and platform deposits. The results obtained make it possible to optimize the geological exploration process in the region.

Keywords: foundation, pre-platform complex, platform cover, tectonic stratification, folded-thrust dislocations, tangential compression, and oil and gas potential.

Введение. В пределах северной части Каспийского моря происходит сочленение разновозрастных блоков земной коры – Прикаспийской синеклизы Восточно-Европейской древней платформы и молодой Скифско-Туранской плиты (рис. 1).

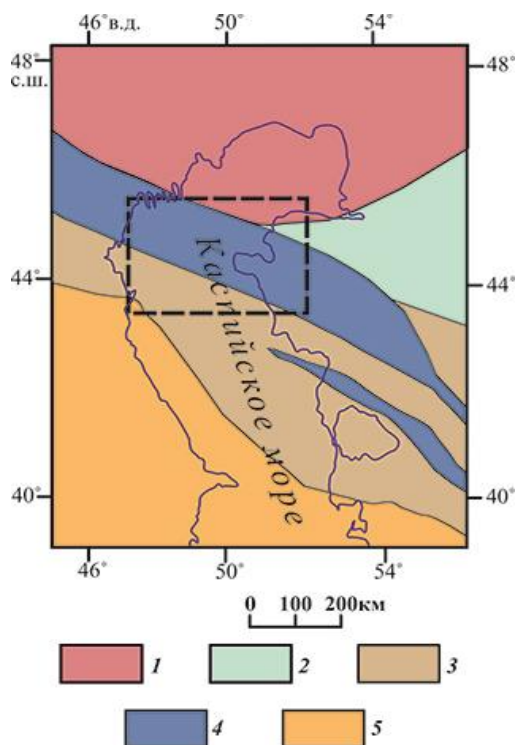


Рисунок 1 – Тектоническое схема Каспийского региона. Показан (контур штрих-линией черным) район исследований

где: 1 – раннедокембрийский фундамент Восточно-Европейской платформы; Скифско-Туранская плита; 2 – Северо-Устюртский докембрийский массив, 3 – герцинские складчатые системы, 4 – раннекиммерийские системы дислокаций; 5 – альпийские складчато-покровные системы

Начиная со второй половины 1980-х годов на акватории возобновились масштабные геолого-геофизические работы, приведшие к открытию в отложениях платформенного чехла скоплений нефти и газа. Были получены и обобщены новые данные по геологии и нефтегазоносности региона, что позволило раскрыть основные закономерности строения платформенного чехла [1–4 и др.].

Несмотря на очевидные успехи в изучении геологии региона, по ряду принципиальных вопросов его строения существуют неоднозначные решения. Например, формирование платформенных антиклиналей многие исследователи связывают с деформацией пород в результате смещения по сдвигам [5–7]. Считается, что большинство разнопорядковых структурных элементов платформенного чехла развивались унаследовано от предыдущих эпох, что привело к соответствию их морфологии и совпадению в плане не только на различных стратиграфических уровнях чехла, но и в структуре фундамента [2, 6, 8]. Ортогональное расположение сбросов и сбросо-сдвигов по отношению друг к другу приводит к формированию разломно-блокового строения залежей месторождений углеводородов, что является отражением аналогичной структуры подстилающего тафrogenного комплекса и палеозойского фундамента [2, 9]. При этом конседиментационные сбросо-сдвиги чехла, отражающие тектонические напряжения растяжения пород, развиваются по трассам палеозойских разломов [6]. Одновременно с этим существуют работы, в которых приводятся сведения о широком развитии в осадочном чехле платформы складчато-надвиговых дислокаций, в том числе бескорневых антиклиналей, формирование которых связано с горизонтальными тектоническими движениями [4, 10–12].

Гораздо меньше имеется качественного фактического материала о верхнепалеозойско-триасовом доплитном комплексе, строение которого до сих пор является предметом дискуссий [3, 13, 14]. Широко распространена точка зрения о пликативно-дизъюнктивном характере его внутренней структуры, допускающая наличие надвигов и сдвигов, крутопадающих взбросов и сбросов [2, 5, 6, 16].

Не лучше обстоит дело и с информацией о строении фундамента разновозрастных платформ, включая местоположения границы между ними [1, 16–20].

Целью данной работы является изучение внутренней структуры фундамента, морфологии и условий образования тектонических деформаций верхнепалеозойско-триасового комплекса и перекрывающих его отложений платформенного чехла в пределах акватории Северного Каспия. Несомненно, что решение этих вопросов может способствовать более обоснованной оценке перспектив нефтегазоносности региона, выбору рациональной методики геологоразведочных работ.

Методы исследований. Для изучения тектонических нарушений осадочного чехла использовались материалы сейсморазведки методом отраженных волн. Изучение волновой картины на временных разрезах позволило установить важные детали морфологии, стратиграфической приуроченности и истории развития дислокаций, а также определить кинематическую природу разрывов. При изучении тектонических нарушений в отложениях пермо–триаса привлечены сведения о тектоническом строении сопредельных территорий, прежде всего, прилегающего с востока к исследуемому району Бузачинского полуострова [21, 22].

Для более глубокого понимания строения погребенных тектонических срывов и правильной диагностики сейсмических данных использована информация по аналогичным дислокациям в естественных обнажениях западной части Туранской плиты [10, 12]. Большое внимание уделено известным сведениям о тектонических нарушениях в осадочном чехле, полученным в процессе бурения глубоких скважин на акватории Северного Каспия [3, 7, 23, 24].

Ценная информация о глубинном строении региона была получена при интерпретации материалов высокоточной аэромагнитной съемки масштаба 1:100 000 [25]. Применение высокочувствительной квантовой аппаратуры позволило получить качественно новую информацию об особенностях магнитного поля региона. Анализ полученных материалов дает возможность на новом уровне подойти к расшифровке глубинного строения территории, покрытой высокоточной съемкой. Учитывая, что аналогичные работы (масштаб 1:50 000) были проведены и в прилегающих с севера и востока районах суши [26], появилась возможность произвести увязку этих данных и тем самым внести определенную ясность в представления о глубинном строении северной части Каспийского моря.

Результаты исследований

Строение фундамента по данным магниторазведки

Исходя из особенностей строения геомагнитного поля в пределах рассматриваемого региона могут быть выделены четыре зоны примерно субширотного простирания (рис. 2). В северной зоне, расположенной большей своей частью на суше и соответствующей в плане Северо-Каспийскому и Биикжальскому выступам фундамента, геомагнитное поле характеризуется низкими значениями напряженности – от 400 нТл до близнулевых величин. Выделяемые здесь изометричные локальные максимумы обусловлены магнитными телами, залегающими в среднем на глубине 9,0 км. Предполагается их связь с эффузивами в осадочном чехле. Кроме указанных аномалий ΔT_a в данной зоне зафиксированы локальные островершинные изометричные магнитные максимумы с размерами в поперечнике 10–15 км. Учитывая достаточно значительную намагниченность $(300–340)10^{-6}$ СГС), свойственную

магматическим породам основного ряда, можно предполагать их связь с интрузивными образованиями.



Рисунок 2 – Схема глубинного строения Северного Каспия и сопредельных районов суши

где: предполагаемый состав магматических пород: 1 – ультрабазиты, 2 – интрузивные образования основного состава, 3 – основные эффузивы, 4 – эффузивы основного и среднего состава; разломы: 5 – границы разновозрастных блоков континентальной коры, 6 – основные региональные, 7 – прочие

Граница между северной и располагающейся южнее зонами проходит по крупному разлому, отражающемуся в магнитном поле в виде характерного перехода через градиентную зону к цепочке магнитных максимумов, совпадающей в плане с северным берегом Каспия. Этот разлом прослеживается далее на восток и запад, где он отделяет Биикжальский и Северо-Каспийский выступы от Приморской зоны поднятий и Астраханского свода. Для данной зоны характерно знакопеременное поле ΔT_a , обусловленное наличием магнитных максимумов, связанных с развитием на глубине от 7,0 до 13,5 км магматических тел основного состава.

При переходе к следующей зоне происходит резкая смена характера поля ΔT_a с одновременным появлением обширных максимумов. Ширина зоны 50–100 км. Размеры изометричных максимумов в поперечнике 10–30 км, вытянутых на 25–60 км. Абсолютные значения в эпицентрах имеют положительные значения и достигают +150 нТл, что резко выделяет данный тип магнитных аномалий от расположенных севернее, где абсолютные значения лишь приближаются к положительным отметкам поля ΔT_a . Верхняя кромка магнитных объектов в рассматриваемой зоне залегает в среднем на глубине 7,0 км, то есть намечается

некоторая ступенчатость в глубинах залегания магнитоактивных тел с тенденцией воздымания в южном направлении.

Кроме того, в этой зоне наблюдается развитие тел с интенсивной намагниченностью (до $700 \cdot 10^{-6}$ СГС), отсутствующих в других районах. Как по величине намагничения, так и по абсолютным значениям напряженности поля ΔT_a , магнитовозмущающие объекты близки к магнитным телам Южно-Эмбинского максимума, где предполагается развитие ультраосновных пород. Данная полоса уверенно прослеживается на запад до береговой линии, а на северо-востоке она стыкуется с Южно-Эмбинским максимумом и следует вдоль всей юго-восточной границы Прикаспийской впадины.

Все описанные выше зоны испытывают изломы в западной и восточной частях рассматриваемого региона и изменяют свое простираие, образуя гигантские дугообразные формы, обрамляющие центральную часть Прикаспийской впадины.

С прилегающим с юго-востока Северо-Устьуртским докембрийским массивом граница Прикаспийской синеклизы проходит по высокоградиентной зоне поля ΔT_a . Фундамент массива сложен преимущественно слабомагнитными породами. Наблюдаемые в его пределах изометричные локальные максимумы обусловлены наличием в низах осадочного чехла мощных линз эффузивных пород среднего и, возможно, основного составов. Количественные расчеты в комплексе с материалами сейсморазведки свидетельствуют о приуроченности их к доверхнепермской части разреза [26]. На некоторых площадях здесь в доюрском разрезе вскрыты дайки андезитовых порфиритов – возможных подводящих каналов магматических расплавов.

Достаточно уверенно устанавливается западное окончание Северо-Устьуртского докембрийского массива, прослеживающегося в море на 30–35 км. Юго-западным его ограничением служит Кырынско-Токубайский разлом, южнее которого на суше располагается протяженный (280 км) линейный (ширина 35–45 км) относительный максимум поля ΔT_a . Предполагается, что данный максимум фиксирует развитие на глубине призмы магматических пород основного состава, а в отдельных случаях и ультрабазитов.

Граница южной прибортовой зоны Прикаспийской впадины и Скифско-Туранской плиты на акватории Северного Каспия фиксируется полосой резкого горизонтального градиента поля ΔT_a , испытывающей изломы в местах пересечения разломами северо-восточного простираия. Южнее ее происходит смена знака геомагнитного поля, которое становится в целом отрицательное, а его структура приобретает ярковыраженный линейный характер. Выделяемые здесь аномальные зоны имеют северо-западное простираие, как и в западной части Туранской плиты, где формирование континентальной коры в основном завершилось в конце палеозоя [16, 26]. Прослеживающийся на акватории Южно-Бузачинский максимум поля ΔT_a располагается на стыке разновозрастных платформ.

Таким образом, в пределах Северного Каспия и прилегающих районах суши в геомагнитном поле выделяются крупные неоднородности, отвечающие блокам разновозрастной континентальной коры: южный (включающий в себя Южно-Бузачинский максимум), где развиты линейные аномальные зоны северо-западного простирания (палеозоиды и ранние киммериды), юго-восточный – с крупномозаичным рисунком магнитного поля, отвечающий Северо-Устьюртскому докембрийскому массиву, и северный, соответствующий южному борту Прикаспийской впадины Восточно-Европейской древней платформы. Границами между ними служат крупные разломы, отражающиеся в магнитном поле резко выраженными градиентными зонами.

Необходимо отметить, что по материалам высокоточной аэромагнитной съемки не удалось подтвердить существование фигурирующего на многих тектонических картах Аграханско-Гурьевского разлома, принимаемого обычно в качестве границы Скифской и Туранской плит. В то же время здесь выявлен ряд крупных примерно равнозначных по значению разломов северо-восточной ориентации, секущих разновозрастные блоки земной коры. Не исключено, что по отдельным из них происходили левосторонние сдвиговые перемещения. Изложенное говорит об условности разделения молодой платформы на Скифскую и Туранскую плиты, «границей» между которыми являлась акватория Каспия, остававшаяся длительное время слабо изученной.

Структура пермско-триасового доплитного комплекса

По характеру волновой картины на временных разрезах выделяются два структурных этажа [4]. Верхний этаж характеризуется в целом плоскопараллельной конфигурацией осей синфазности и отражает строение мезозойско-кайнозойского платформенного чехла. Отражающие горизонты нижнего структурного этажа залегают несогласно по отношению к верхнему и соответствуют доюрскому (доплитному) осадочному комплексу, отличающемуся более значительной дислоцированностью слагающих его толщ.

Границей между этажами служит отражающий горизонт V_1 , приуроченный к подошве юрских отложений, и выделяющийся на всей площади в виде интенсивной оси синфазности с видимой частотой около 30 Гц. Характерной особенностью, облегчающей корреляцию отражающего горизонта V_1 , является соотношение этой границы с наклонными осями синфазности нижезалегающей толщи, прекращающимися прослеживаться у горизонта V_1 по схеме эрозионного среза (рис. 3).

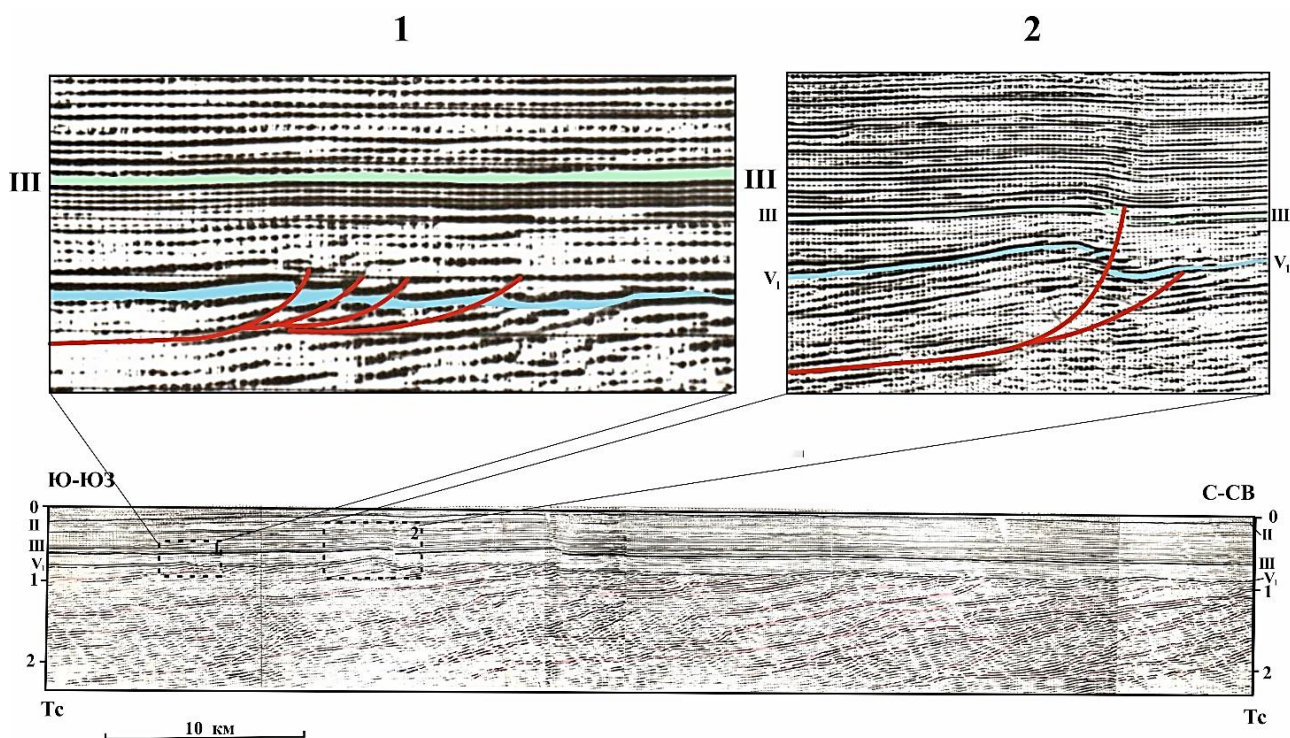


Рисунок 3 – Сейсмический разрез, иллюстрирующий строение пермско-триасового комплекса и перекрывающего платформенного чехла Северного Каспия. Местоположение см. на рис. 4

где: отражающие горизонты в подошве: V_1 – юры, III – нижнего мела, II – сенон-турона. Врезки на профиле: 1 – надвиги во фронтальной части тектонической пластины пермско-триасового комплекса, проникающие в юрские отложения; 2 – надвиги во фронтальной части тектонической пластины пермско-триасового комплекса, проникающие в юрско-меловые отложения

Основное направление падения нижележащих отражающих горизонтов – южное, что отчетливо наблюдается на временн'ых разрезах близ меридионального простирания. Динамическая выразительность осей синфазности горизонтов изменчива – от сильных отражений до полной потери корреляции. Следующей особенностью прослеживания этих горизонтов является наличие резких перерывов корреляции со смещением во времени регистрации, появление значительных изломов, аномальных наклонов осей синфазности, вызванных наличием осложняющих их разрывных нарушений. Подтверждением тектонической природы отражающих границ, их связи с пологими надвигами и срывами может служить характер их поведения в разрезе. В доюрской части разреза можно наблюдать, что оси синфазности, ограничивающие тектонические пластины, упираются в вышележащий отражающий горизонт V_1 , разделяющий доплитный комплекс и платформенный чехол (см. рис.3).

В отличие от субмеридиональных разрезов, на которых в доюрском комплексе наблюдаются оси синфазности южного падения, на субширотных

профилях отмечаются отдельные короткие отражающие площадки протяженностью 0.5–1.0 км.

Таким образом, особенности строения волнового поля на сейсмических разрезах свидетельствуют о развитии в пермско–триасовом комплексе рассматриваемого региона мощного пакета тектонических пластин, надвинутых друг на друга в северном направлении, что указывает на тектоническую расслоенность доплитного комплекса. Образовались они под воздействием интенсивного бокового сжатия на рубеже триаса и юры. Силы сжатия, как и в других районах западной части Туранской плиты, были ориентированы в северном направлении [10, 11, 21].

Описанные деформации Северного Каспия являются связующим звеном между Камышанско-Каспийским и Цубукско-Промысловским валами (западное побережье) [7] и располагающейся на востоке Бузачинско-Токубайской надвиговой системой, хорошо изученной на суше [21]. В отличие от последней, где в доюрских отложениях широко представлены листрические надвиги, переходящие на глубине в доплитном комплексе в субгоризонтальные срывы, на Северном Каспии ярко выражены тектонические пластины. Это может быть следствием более интенсивного бокового сжатия и (или же) значительного предъюрского размыва дислоцированного палеозойско-триасового комплекса, в результате чего к эрозионной поверхности были приближены его глубокопогруженные горизонты, где преобладают подобного типа структуры («корневые» части листр). Величина эрозионного среза, по мнению некоторых исследователей, здесь могла достигать 1–2 км, а возможно и более [27].

Формирование рассмотренных тектонических структур обусловлено коллизионными процессами, сопровождавшими окончательное закрытие остаточных осадочных бассейнов океана Палеотетис [16], с последующей глубокой эрозией возникших топографических поднятий. Эти процессы привели к образованию резко выраженных стратиграфического и углового несогласий на границе доплитного комплекса и перекрывающего его платформенного чехла.

Структура юрско-неогенового плитного комплекса

В пределах Северного Каспия в осадочном чехле выделяется ряд крупных локальных поднятий, сгруппированных в субширотные антиклинальные зоны (рис. 4). Территория продолжала испытывать тангенциальное сжатие и на платформенном этапе развития, что сопровождалось возобновлением подвижек тектонических пластин. В результате этого отдельные срывы проникают в перекрывающие отложения, приводя к формированию в их фронтальных частях складчато-надвиговых дислокаций (см. рис. 3, рис. 5).

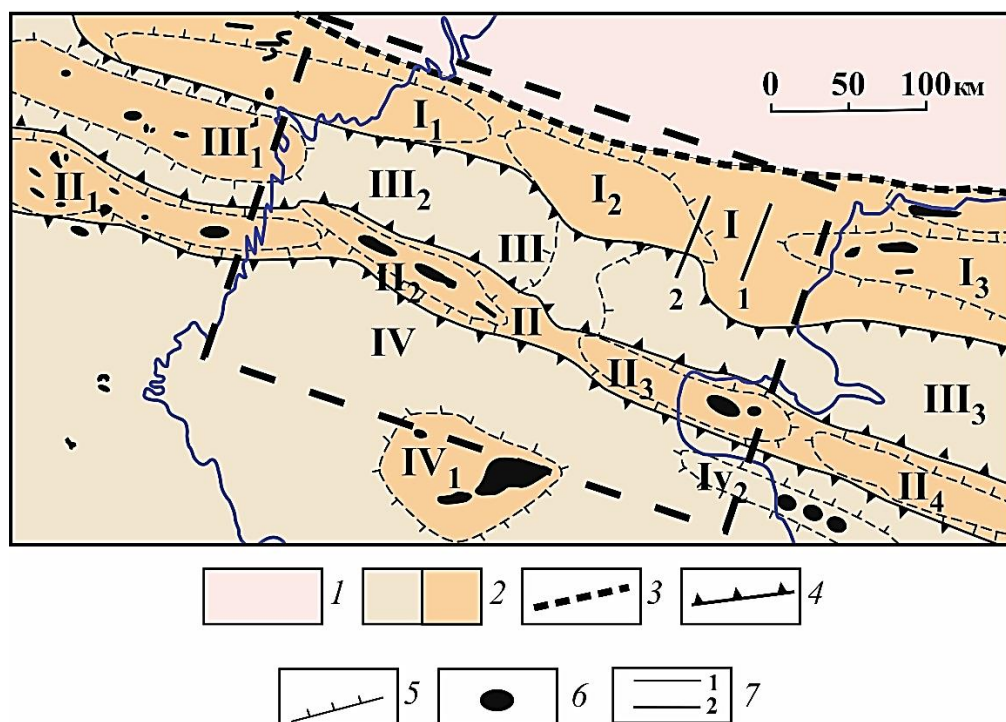


Рисунок 4 – Тектоническая схема платформенного чехла Скифско-Туранской плиты в пределах северной части Каспийского моря, по [2], изменено. Показан (контур штрих-линией черным) район исследований

где: обозначено (римские цифры): I – Полдневско-Бузачинская система поднятий: I₁ – Полдневский вал, I₂ – Кулалинский вал, I₃ – Бузачинский вал; II – Каспийско-Мангышлакская система поднятий: II₁ – Камышанско-Каспийский вал, II₂ – Ракушечно-Широтный вал, II₃ – Тюбкараганский вал, II₄ – Каратауский вал; III – Придорожно-Бузачинская система прогибов: III₁ – Промысловско-Цубукский вал, III₂ – Северо-Ракушечный прогиб, III₃ – Южно-Бузачинский прогиб; IV – Восточно-Манычско – Южно-Мангышлакская система прогибов: IV₁ – Хвалынское поднятие.

1 – Прикаспийская синеклиза; 2 – Скифско-Туранская плита; 3–5 – граница: 3 – разновозрастных платформ, 4 – зон поднятий и прогибов, 5 – валов; 6 – месторождения нефти и газа; 7 – местоположение разрезов, приведенных на рис. 3 (профиль 1) и рис. 5 (профиль 2)

В юрско–кайнозойском комплексе отложений вертикальная амплитуда смещения по разрывам уменьшается вверх по разрезу – от 200 м по подошве юры до первых десятков метров в верхних горизонтах осадочного чехла. Надвиги в верхних частях разреза имеют крутое падение под углом 65–70°, с глубиной происходит их выполаживание. Контролируемые ими антиклинали асимметричны, северные принадвиговые крылья узкие, крутые. Южные крылья более пологие и широкие, их ширина достигает 4–5 км при высоте поднятий до 320 м (см. рис. 4, рис. 5).

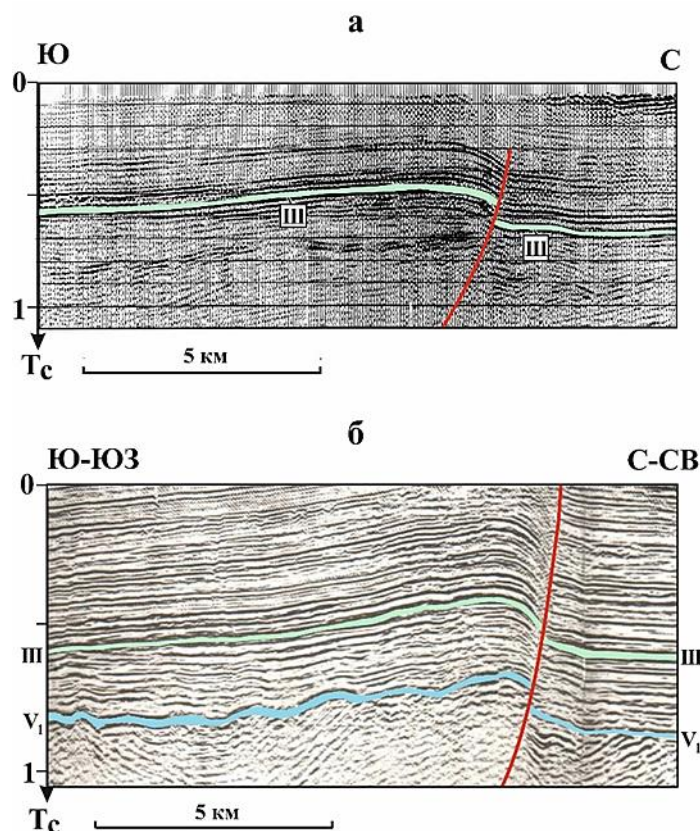


Рисунок 5 – Складчато-надвиговые дислокации в платформенном чехле акватории Северного Каспия

где: а – в отложениях юры и мела, б – юры-кайнозоя. Отражающие горизонты в подошве: V_1 – юры; III – нижнего мела. Вертикальный масштаб «растянут» относительно горизонтального примерно в 3,5 раза

Наблюдаемая взаимосвязь платформенных складчато-надвиговых дислокаций с надвигами доплитного комплекса говорит об их унаследованном характере развития при постепенном снижении активности тектонических движений.

В отложениях платформенного чехла представлен также иной тип дислокаций – внутриформационные (послойные) срывы, фиксирующиеся на временных сейсмических разрезах (рис. 6).

Эти срывы приурочены к подошвенной части алевролитово-аргиллитовой толщи (альб), залегающей на карбонатно-песчанистых отложениях (апт). Накопление отложений происходило в мелководно-морской шельфовой обстановке [4]. Очевидно, что толща глин под воздействием сил бокового сжатия, направленных с юга на север, была сорвана с нижележащих более жестких песчано-карбонатных горизонтов с образованием характерных чешуй.

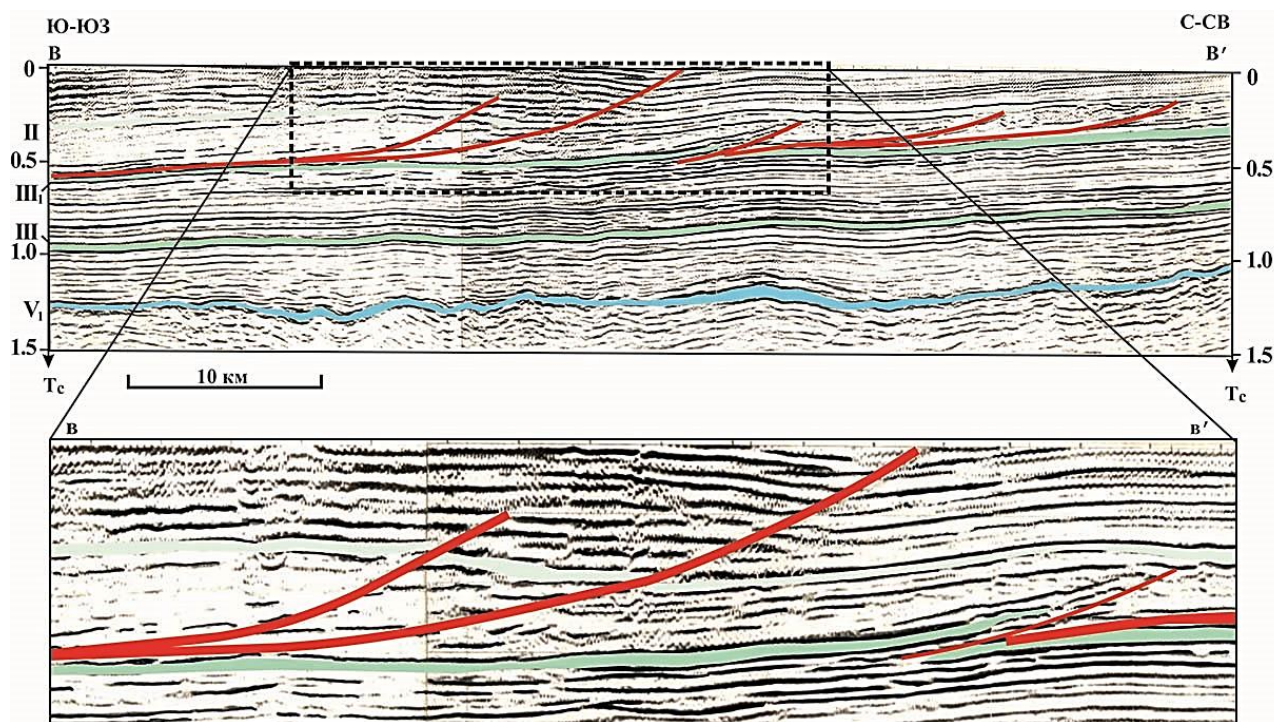


Рисунок 6 – Сейсмический временной разрез, иллюстрирующий тектонические срывы в платформенном чехле Каспийского моря

где: выделен (контур тонкой штрих-линией черным) на профиле В–В' фрагмент, иллюстрирующий детали строения срыва и связанных с ним пликативных дислокаций (в–в').

Отражающие горизонты в подошве: V_1 – юры; III – нижнего мела; III₁ – апта; II – сенон–турона

Срывы, по мере продвижения в север-северо-восточном направлении, изгибаются кверху с образованием малоамплитудных антиклиналей в перекрывающем комплексе. В левой части разреза видно увеличение мощности альбских отложений по сравнению с более северными районами, что может быть связано с их нагнетанием во фронтальной части наиболее крупного надвига (см. рис. 6). Этот надвиг проникает в вышележащие отложения, прорывая осадочный чехол на всю мощность.

Приуроченность к фронтальной части некоторых чешуй бескорневых антиклинальных складок в перекрывающей толще, пересечение разрывами стратиграфических границ с проникновением в вышележащие отложения вплоть до разрыва осадочного чехла на всю его мощность, все это свидетельствует о тектонической природе срывов и молодости деформаций. Эти два важных момента – срывы и пликативные деформации показаны в центральной части сейсмического временного разреза (см. рис. 5, профиль В–В' фрагмент (в)–(в')). Это также доказывает, что деформации возникли после накопления альбских глин и перекрывающих толщ и, соответственно, подтверждают тектоническую природу дислокаций.

Имеются и иные свидетельства наличия послойных срывов в платформенных отложениях Северного Каспия. Так, в кернах многих скважин, пробуренных на акватории, в разрезе юрско-меловых и палеогеновых отложений обнаружены интервалы развития тектонических несцементированных брекчий мощностью 1,5–2,0 м, представленные остроугольными обломками размером 1,5–2,5 см. Местами породы практически полностью раздроблены, образуя сыпучую тонкообломочную фракцию [5, 7, 24]. Наблюдаются также участки концентрированного развития субгоризонтальных зеркал скольжения и трещин. Многие трещины содержат подвижную нефть [23]. Характерной чертой распределения нарушенных интервалов является их концентрация в определенных зонах, где в интервалах разреза 25–30 м отмечено от 4 до 7 горизонтов дробления (волжский ярус в скважине №1 Ракушечной, титонский ярус в 3-й и 4-й Хвалыньских скважинах). При этом отсутствует строгая стратиграфическая приуроченность горизонтов брекчий в различных площадях и скважинах, что в совокупности с приведенными выше сведениями убедительно указывает на их взаимосвязь с послойными срывами.

Подобного типа тектонические нарушения (складчато-надвиговые дислокации, сдвиги, послойные срывы, образующие тектонические покровы и др.) были нами обнаружены и детально изучены в обнажениях кайнозойских отложений Южного Мангышлака в урочищах Узунбас, Тарлы, Жилгабай. В зонах послойных срывов отложения брекчированы, широко представлены дуплексы, структуры будинажа, субгоризонтальные зеркала скольжения, глинки трения, складки волочения и другие деформации, характерные для структур горизонтального скольжения. Образование дислокаций произошло в предсреднемиоценовое время, но многие из них остаются активными и сегодня [10, 12].

Следовательно, можно говорить о региональной природе тангенциального стресса, обусловившего формирование послойных срывов и иных тектонических дислокаций в платформенном чехле Северного Каспия. Морфология дислокаций свидетельствует о вероятной передаче тангенциального стресса со стороны альпийского складчато-надвигового пояса в пределы молодой платформы. Изучение современной геодинамики региона с привлечением данных GPS-наблюдений показало быстрое горизонтальное смещение Северного Кавказа в северо-восточном направлении со скоростями 26–28 мм/год [28]. Результаты этого воздействия особенно ярко проявляются в непосредственно прилегающих к нему районах Дагестана, где сформирована система тектонических покровов, бескорневых складок, сгруппированных в линейные антиклинальные зоны северной и северо-восточной вергентности [29]. Установлено, что этот процесс влияет на распределение горизонтальных напряжений в пределах Евразийской плиты на расстоянии до двух тысяч километров от ее южного края [30]. Рассмотренные нами дислокации удалены к северо-востоку от Дагестанского клина всего лишь на 300–350 км.

Возможное применение полученных результатов при решении нефтегеологических задач

Полученные результаты дают возможность решить ряд прикладных задач при проведении геологоразведочных работ и последующей разработке месторождений нефти и газа.

Установлена резко выраженная дисгармоничная складчатость платформенного чехла и доплитного комплекса, при которой их структурные планы кардинально отличаются друг от друга. В соответствии с этим структурный план юрско-кайнозойских отложений, в которых развиты принадвиговые антиклинали, не может быть использован при выборе местоположения скважин при поисках скоплений углеводородов в доплитном комплексе, в строении которого решающее значение имеют тектонические пластины. В последнем случае поиск ловушек нефти и газа необходимо вести отдельно по каждому структурному уровню (тектонической пластине). До появления надежной сейсмической информации опосредованное обнаружение глубокозалегающих объектов представляется сложным и рискованным. В последующем с появлением более информативных сейсмических данных возможна детализация структурных построений по глубинным горизонтам, что позволит наметить перспективные объекты геологоразведочных работ.

Тектонические пластины доплитного комплекса, надвинутые в северном направлении в сторону Прикаспийской синеклизы, служат барьером на пути латеральной миграции углеводородов из ее пределов в прилегающие районы Скифско-Туранской плиты, что может сопровождаться формированием поднадвиговых и тектонически экранированных залежей, как это имеет место, например, в пределах Бузачинской зоны нефтегазонакопления [21, 22]. Это заключение актуально и для сопредельных регионов суши – Каракульско-Смушковой складчато-покровной зоны.

Наличие в чехле бескорневых «подвешенных» антиклиналей требует дифференцированного подхода при выборе поисковых объектов в различных стратиграфических частях разреза нефтегазоносных осадочных бассейнов.

Другим важным следствием тектонической расслоенности чехла является то, что пологие надвиги и послойные срывы сопровождаются зонами брекчирования, повышенной трещиноватости, которые могут являться путями латеральной миграции углеводородов. Кроме того, дробление пород в зонах срывов увеличивают коллекторский потенциал нефтегазоносных пластов. При сближении разрывов в продуктивном интервале образуется сложнопостроенная многоярусная система горизонтов с различными емкостно-фильтрационными свойствами. В случае развития срывов в породах, не обладавших первоначальными коллекторскими свойствами, их емкостные параметры определяются присутствием горизонтальных трещинных систем. Подтверждением этому служат результаты трассерных и геофлюидодинамических исследований волжско-неокомской части резервуара

месторождений углеводородов, открытых в северной части Каспийского моря [23]. Эти сведения также необходимо учитывать при разработке месторождений нефти и газа.

Кроме этого, в низкопроницаемых интервалах разреза при благоприятных структурных условиях (первоначальный волнистый характер поверхности послойного срыва или образование антиклинального изгиба при последующей его деформации) подобные зоны разуплотнения могут служить самостоятельными ловушками нефти и газа.

Современные подвижки по послойным срывам могут приводить к срезанию и деформациям обсадных колонн на разрабатываемых месторождениях нефти и газа.

Заключение. Анализ геолого-геофизических материалов позволил получить новую информацию о глубинной тектонике Северного Каспия, установить границы разновозрастных блоков земной коры и их внутренним строении.

Важным результатом является раскрытие морфологии и генезиса дислокаций в доплитном комплексе и вышележащем платформенном чехле, решающее значение в образовании которых сыграли тангенциальные тектонические движения. Формирование дислокаций доплитного комплекса связано с коллизионными процессами, сопровождавшими закрытие остаточных бассейнов океана Палеотетис. В последующем своем развитии платформа периодически испытывала горизонтальное сжатие, приводившее к возобновлению подвижек по погребенным надвигам, что привело к образованию в их фронтальных частях асимметричных антиклиналей в юрско-кайнозойских отложениях. Важным следствием этих процессов является резко выраженная дисгармоничная складчатость, при которой структурный план платформенного чехла кардинально отличается от строения глубинных слоев. Данный факт необходимо учитывать при планировании геологоразведочных работ в регионе.

На заключительных этапах геологического развития Скифско-Туранская плита оказалась в зоне транспрессивного влияния области альпийского коллизионного орогенеза Кавказа. Передававшиеся в пределы платформы тангенциальные напряжения привели к образованию в ее чехле послойных срывов и связанных с ними бескорневых антиклиналей, не связанных с предшествующими дислокациями. Послойные срывы, сопровождающиеся зонами катаклазированных пород, обладающие повышенными емкостными и фильтрационными параметрами, могут служить путями латеральной миграции углеводородов, а в пределах продуктивных интервалов разреза при разработке месторождений обеспечивать более высокие дебиты флюидов. Этот фактор необходимо также учитывать на более поздних стадиях разработки нефтяных месторождений при использовании законтурного заводнения нефтяных пластов. При благоприятных условиях послойные срывы и сопровождающие их зоны разуплотнения пород могут стать самостоятельными ловушками нефти и газа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глумов И.Ф., Маловицкий Я.П., Новиков А.А., Сенин Б.В. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря. М.: Недра-Бизнесцентр, 2004. 342 с.
2. Медведев П. В., Попович С.В., Куклинский А.Я. Тектоническое строение и некоторые вопросы нефтегазогеологического районирования платформенного чехла акватории Северного и Среднего Каспия (в пределах Скифско-Туранской плиты). // Вопросы освоения нефтегазоносных бассейнов. Под ред. А.М. Репей. Волгоград: ЛУКОЙЛ-ВолгоградНИПИнефть, 2008. С. 24–39.
3. 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.
4. Попков В.И., Попков И.В. Тектоническая расслоенность платформенного чехла и доплитного комплекса Скифско-Туранской плиты в акватории Каспийского моря // Геотектоника. 2025. № 3. С. 72–86. DOI: 10.1134/S0016852125700219.
5. Анисимов Л.А. Характер дислокаций в плитном комплексе Скифско-Туранской платформы // Недра Поволжья и Прикаспия. 2023. Вып. 109. С. 30–40.
6. Бочкарев А.В., Калинина Е.А., Бочкарев В.А. Разломно-блоковое строение месторождений Ракушечно-Широтной зоны поднятий по данным сейсмических и промыслово-геофизических исследований. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2013. № 4. С. 4–15.
7. Делия С.В., Анисимов Л.А., Романюк И.Е. Дислокации кряжа Карпинского в пределах акватории Северного Каспия. // Геология нефти и газа. 2004. № 6. С. 29–34.
8. Одолев О.Г., Одолев Г.О. Тектоническое развитие предкавказской территории Скифско-Туранской платформы и перспективы дальнейших нефтегазопроисково-разведочных работ. // Наука и технологии углеводородов. 2002. № 6. С. 49–55.
9. Силантьев Ю.Б. Особенности геологического строения и нефтегазоносности северо-западной части Каспийского моря. // Вести газовой науки. 2014. Т. 19. № 3. С. 49–55.
10. Попков В.И., Попков И.В. Послойные тектонические срывы в осадочном чехле платформ и некоторые практические следствия. // Геология и геофизика Юга России. 2025. Т. 15. № 2. С. 50–62. DOI: 10.46698/VNC.2025.84.74.002.
11. Попков В.И., Попков И.В. Тектонические нарушения в доплитном комплексе и платформенного чехла северного Каспия: причины и следствия. // Георесурсы, 2026. 28(1), с. 120–130. <https://doi.org/10.18599/grs.2026.1.2>.
12. Попков В.И. Узунбасские дислокации (Южный Мангышлак). // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук Республики Башкортостан. 2010. № 15. С. 50–57.

13. Антипов М.П., Быкадоров В.А., Волож Ю.А., Патина И.С., Фомина В.В., Барс Ф.М. Триасовые отложения Каспийского региона: состав, строение, условия формирования, нефтегазоносность. // Литология и полезные ископаемые. 2024. № 6. С. 678–699. DOI: 10.31857/S0024497X24060058.
14. Куницына И.В., Дердуга А.В., Никишин А.М., Короткова М.А. Тектоническое строение и история развития палеозойского комплекса Северного Каспия. // Геология нефти и газа. 2020. № 3. С. 11–17.
15. 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. Под ред. А.М. Репей. Волгоград: ЛУКОЙЛ-ВолгоградНИПИнефть, 2011. С. 72–87.
16. Хаин В.Е., Попков В.И., Юдин В.В. Палеогеодинамика южного обрамления Восточно-Европейского кратона. // Вестник Московского Университета. Серия 4. Геология. 2010. № 2. С. 3–9.
17. Леонов Ю.Г., Волож Ю.А., Антипов М.П., Быкадоров В.А., Хераскова Т.Н. Консолидированная кора Каспийского региона: опыт районирования. Под ред. Ю. Г. Леонова. М.: ГЕОС, 2010. 64 с.
18. Попков В.И. Морфология поверхности палеозойского складчатого основания запада Туранской платформы. // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2024. № 2 (35). С. 11–22. DOI 10.24412/2949-4052-2024-2-12-22.
19. Попков В.И., Попков И.В. Породы фундамента и тектоническая природа Карабогазского геоблока запада Туранской плиты. // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2023. № 32. С. 20–37. DOI: 10.24412/2949-4052-2023-3-20-37.
20. Попков В.И., Попков И.В. Тектоническое районирование и внутренняя структура фундамента Скифско-Туранской платформы. // Геология, география и глобальная энергия. 2021. № 1 (80). С. 24–32.
21. Попков В.И., Попков И.В. Дислокации бокового сжатия в пермо–триасовом доплитном комплексе и платформенном чехле п-ова Бузачи (запад Туранской плиты). // Геология и геофизика Юга России. 2023. Т. 13. № 4. С. 18–31. DOI: 10.46698/VNC.2023.24.56.002.
22. Попков В.И., Попков И.В. Тектонический контроль формирования скоплений углеводородов в зоне сочленения северо-запада Туранской плиты и Прикаспийской синеклизы. // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов // 2024, № 1 (34) С. 92–103. DOI: 10.24412/2949-4052-2024-1-92-103.
23. Касьянова Н.А., Левченко В.С., Воронцова И.В., Анисимов Л.А., Попова П.Ф., Голенкин М.Ю., Халиуллов И.Р. Изучение современных «трещинных» фильтрационных путей в волжско-неокомской части резервуара месторождения им. Ю. Корчагина по результатам комплексного анализа данных трассерных и

- геофлюидодинамических исследований. // Геология нефти и газа. 2015. № 5. С. 23–31.
24. Касьянова Н.А. Новый взгляд на строение и формирование Ракушечно-Широтного вала в Северном Каспии. // Геология нефти и газа. 2017. № 1. С. 24–31.
25. Попков В.И., Калинин М.И., Сейфулин Ш.М. Глубинное строение Северного Каспия // Доклады АН СССР. 1989. Т. 305. № 2. С. 409–412.
26. Попков В.И., Попков И.В. Структура фундамента Мангышлака и Устюрта по геофизическим данным // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук республика Башкортостан. 2020. № 27. С. 52–57.
27. Куницына И.В., Дердуга А.В., Никишин А.М., Короткова М.А. Тектоническое строение и история развития палеозойского комплекса Северного Каспия. // Геология нефти и газа. 2020. № 3. С. 11–17.
28. Milyukov V.K., Mironov A.P., Rogozhin E.A., Steblov G.M. Velocities of contemporary movements of the northern Caucasus estimated from GPS observations. // Geotectonics. 2015. Vol. 49. No.3. P. 45–58. Doi: 1.210-218.0.1134/S0016852115030036.
29. Соборнов К.О. Вдвиговые деформации южного борта Терско-Каспийского прогиба: строение, формирование и нефтегазоносный потенциал. // Геология нефти и газа. 2019. № 6. С. 19–30. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-6-19-30.
30. Леонов Ю.Г., Гущенко О.И., Копп М.Л., Расцветаев Л.М. Взаимосвязь позднекайнозойских напряжений и деформаций в Кавказском секторе альпийского пояса и в его северном платформенном обрамлении. // Геотектоника, 2001. № 1. С. 36–59.

REFERENCES

1. Glumov I.F., Malovitsky Ya.P., Novikov A.A., Senin B.V. Regional Geology and Oil and Gas Potential of the Caspian Sea. Moscow: Nedra-Biznescenter, 2004. 342 p.
2. Medvedev P.V., Popovich S.V., Kuklinsky A.Ya. Tectonic Structure and Some Issues of Oil and Gas Geological Zoning of the Post-Platform Cover of the Northern and Middle Caspian Sea (within the Scythian-Turan Plate). // Issues of Oil and Gas Basins Development. Edited by A.M. Repey. Volgograd: LUKOIL-VolgogradNIPIneft, 2008. Pp. 24–39.
3. Khain V.E., Bogdanov N.A., Popkov V.I., Chekhovich P.A. Tectonics of the Caspian Sea Floor. // Geology of the Caspian and Aral Sea Regions. Almaty: Kazakhstanskoe Geologicheskoe Obshchestvo "KazGEO", 2004. Pp. 58–78.
4. Popkov V.I., Popkov I.V. Tectonic stratification of the platform cover and pre-platform complex of the Scythian-Turan plate in the Caspian Sea // Geotectonics. 2025. No. 3. Pp. 72–86. DOI: 10.1134/S0016852125700219.

5. Anisimov L.A. The nature of dislocations in the plate complex of the Scythian-Turan platform // Nedra Povolzhya i Prikaspiya. 2023. Issue 109. Pp. 30–40.
6. Bochkarev A.V., Kalinina E.A., Bochkarev V.A. Fault-block structure of the deposits of the Shell-Latitudinal zone of uplifts according to seismic and field-geophysical studies. // Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Deposits. 2013. No. 4. Pp. 4–15.
7. Deliya S.V., Anisimov L.A., Romanyuk I.E. Dislocations of the Karpinsky Ridge within the Northern Caspian Sea. // Geology of Oil and Gas. 2004. No. 6. Pp. 29–34.
8. Odoleev O.G., Odoleev G.O. Tectonic development of the pre-Caucasian territory of the Scythian-Turan platform and prospects for further oil and gas prospecting and exploration. // Science and technologies of hydrocarbons. 2002. No. 6. Pp. 49–55.
9. Silantiev Yu.B. Features of the Geological Structure and Oil and Gas Potential of the North-Western Part of the Caspian Sea. // Vesti gazovoi nauki. 2014. Vol. 19. No. 3. Pp. 49–55.
10. Popkov V.I., Popkov I.V. Layer-by-Layer Tectonic Disruptions in the Sedimentary Cover of Platforms and Some Practical Implications. // Geologiya i geofizika Yuga Rossii. 2025. Vol. 15. No. 2. Pp. 50–62. DOI: 10.46698/VNC.2025.84.74.002.
11. Popkov V.I., Popkov I.V. Tectonic Disruptions in the Pre-Plate Complex and Platform Cover of the Northern Caspian Sea: Causes and Consequences. // Georesursy, 2026. 28(1), p. 120–130. <https://doi.org/10.18599/grs.2026.1.2>.
12. Popkov V.I. Uzunbas dislocations (South Mangyshlak). // Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences and Natural Resources of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2010. No. 15. Pp. 50–57.
13. Antipov M.P., Bykadorov V.A., Volozh Yu.A., Patina I.S., Fomina V.V., Bars F.M. Triassic Deposits of the Caspian Region: Composition, Structure, Formation Conditions, and Oil and Gas Potential. // Lithology and Mineral Resources. 2024. No. 6. Pp. 678–699. DOI: 10.31857/S0024497X24060058.
14. Kunitsyna I.V., Derduga A.V., Nikishin A.M., Korotkova M.A. Tectonic structure and history of development of the Paleozoic complex of the Northern Caspian. // Geology of oil and gas. 2020. No. 3. Pp. 11–17.
15. Ostroukhov S.B., Krasakova A.V., Bochkarev A.V. The concept of formation of hydrocarbon deposits of the Northern Caspian in the Jurassic-Cretaceous complex of deposits. // Geology and development of deposits of the Lower Volga and the Northern Caspian. Ed. by A.M. Repey. Volgograd: LUKOIL-VolgogradNIPIneft, 2011. Pp. 72–87.
16. Khain V.E., Popkov V.I., Yudin V.V. Paleogeodynamics of the Southern Fringe of the East European Craton. // Vestnik Moskovskogo Universiteta. Series 4. Geologiya. 2010. No. 2. Pp. 3–9.
17. Leonov Yu.G., Volozh Yu.A., Antipov M.P., Bykadorov V.A., Kheraskova T.N. The Consolidated Crust of the Caspian Region: An Experience of Zoning. Ed. by Yu.G. Leonov. M.: GEOS, 2010. 64 p.

18. Popkov V.I. Morphology of the Surface of the Paleozoic Folded Basement of the West of the Turan Platform. // *Geology. Izvestiya of the Department of Earth Sciences and Natural Resources*. 2024. No. 2 (35). Pp. 11–22. DOI 10.24412/2949-4052-2024-2-12-22.
19. Popkov V.I., Popkov I.V. Rocks of the Foundation and the Tectonic Nature of the Karabogaz Geoblock in the West of the Turan Plate. // *Geology. Izvestiya of the Department of Earth Sciences and Natural Resources*. 2023. No. 32. Pp. 20–37. DOI: 10.24412/2949-4052-2023-3-20-37.
20. Popkov V.I., Popkov I.V. Tectonic Zoning and Internal Structure of the Foundation of the Scythian-Turan Platform. // *Geology, Geography, and Global Energy*. 2021. No. 1 (80). Pp. 24–32.
21. Popkov V.I., Popkov I.V. Lateral compression dislocations in the Permian-Triassic pre-platform complex and platform cover of the Buzachi Peninsula (west of the Turan Plate). // *Geology and Geophysics of the South of Russia*. 2023. Vol. 13. No. 4. Pp. 18–31. DOI: 10.46698/VNC.2023.24.56.002.
22. Popkov V.I., Popkov I.V. Tectonic control of hydrocarbon accumulations formation in the zone of the north-west Turan plate and the Caspian syncline junction. // *Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences and Natural Resources* // 2024, No. 1 (34) pp. 92-103. DOI: 10.24412/2949-4052-2024-1-92-103.
23. Kasyanova N.A., Levchenko V.S., Vorontsova I.V., Anisimov L.A., Popova P.F., Golenkin M.Yu., Khaliullov I.R. The study of modern "fractured" filtration paths in the Volga-Neocomian part of the reservoir of the Y. Korchagin field based on the results of a comprehensive analysis of data from tracer and geofluidodynamic studies. // *Geology of Oil and Gas*. 2015. No. 5. Pp. 23–31.
24. Kasyanova H.A. A new view on the structure and formation of the Shell-Latitudinal shaft in the Northern Caspian. // *Geology of oil and gas*. 2017. No. 1. Pp. 24–31.
25. Popkov V.I., Kalinin M.I., Seifulin Sh.M. Deep structure of the Northern Caspian // *Reports of the USSR Academy of Sciences*. 1989. Vol. 305. No. 2. Pp. 409–412.
26. Popkov V.I., Popkov I.V. Structure of the foundation of Mangyshlak and Ustyurt according to geophysical data // *Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences and Natural Resources of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan*. 2020. No. 27. Pp. 52–57.
27. Kunitsyna I.V., Derduga A.V., Nikishin A.M., Korotkova M.A. Tectonic structure and history of development of the Paleozoic complex of the Northern Caspian. // *Geology of oil and gas*. 2020. No. 3. Pp. 11–17.
28. Milyukov V.K., Mironov A.P., Rogozhin E.A., Steblov G.M. Velocities of contemporary movements of the northern Caucasus estimated from GPS observations. // *Geotectonics*. 2015. Vol. 49. No. 3. P. 45–58. Doi: 1.210-218.0.1134/S0016852115030036.

29. Sobornov K.O. Thrusting Deformations of the Southern Edge of the Terek-Caspian Trench: Structure, Formation, and Oil and Gas Potential. // *Geology of Oil and Gas*. 2019. No. 6. Pp. 19–30. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-6-19-30.
30. Leonov Yu.G., Gushchenko O.I., Kopp M.L., Rascvetaev L.M. Relationship of Late Cenozoic Stresses and Deformations in the Caucasian Sector of the Alpine Belt and in Its Northern Platform Fringe. *Geotectonics*, 2001, No. 1, pp. 36–59.

Сведения об авторах:

Попков Василий Иванович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАЕН, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», ул. Ставропольская, 149, 350049, г. Краснодар, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-2959-4901. E-mail: geoskubsu@mail.ru.

Попков Иван Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», ул. Ставропольская, 149, 350049, г. Краснодар, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-2386-6611. E-mail: iv-popkov@mail.ru.

Author's personal details:

Popkov Vasily Ivanovich, Doctor of Geological And Mineralogical Sciences, Professor, Member of Russian Academy of Natural Sciences, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kuban State University», st. Stavropolskaya, 149, 350040, Krasnodar, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-2959-4901. E-mail: geoskubsu@mail.ru.

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, 350049, Krasnodar, Russian Federation, ORCID ID: 0000-0002-2386-6611. E-mail: iv-popkov@mail.ru.

© Попков В. И., Попков И. В.

**ГРЯЗЕВОЙ ВУЛКАНИЗМ И ГЛУБОКОПОГРУЖЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ
ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ: НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ И
МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ
СОСТАВ НАФТИДОВ**

© Пунанова Светлана Александровна

Институт проблем нефти и газа Российской академии наук,
г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В настоящее время приоритетным направлением увеличения ресурсной базы нефтегазового комплекса страны является научное обоснование, прогноз и поиск скоплений углеводородов (УВ) на больших глубинах. Разрабатывая научные подходы на основе геохимических исследований к проблеме глубокопогруженных УВ скоплений, в статье рассматриваются проявления грязевого вулканизма, как процесса, связанного с глубокими источниками УВ, а также триасовые и юрские нефтегазоносные комплексы Восточного Предкавказья. Представлены результаты исследования продуктов деятельности грязевых вулканов и нефтей месторождений западного борта Южно-Каспийской впадины. Изучены микроэлементный (МЭ), углеводородный и компонентный составы нафтидов из Абшеронской, Шамаха-Гобустанской и Нижнекуринской областей Азербайджана. Дана геохимическая характеристика нафтидов триасового и юрского комплексов Прикумско-Сухокумской зоны поднятий Восточного Предкавказья. Анализ МЭ состава УВ флюидов широко используется для изучения процессов генерации, преобразования и разрушения углеродсодержащих субстанций. Практически затребованы и методы использования МЭ показателей для оценки перспектив нефтегазоносности. Сравнение содержаний МЭ в пробах нефтей и в нефтепроявлениях грязевых вулканов месторождений Азербайджана, а также других геохимических характеристик, свидетельствует о едином генезисе нафтидов. Результаты сопоставительного анализа МЭ состава нефтей глубоких горизонтов Северо-Кавказско-Мангышлакского нефтегазоносного бассейна (НГБ) Восточного Предкавказья указывает на самостоятельный источник УВ флюидов в триасовом комплексе, что повышает перспективы нефтегазоносности глубоких осадочных горизонтов Предкавказья.

Ключевые слова: грязевой вулканизм, микроэлементы, генезис нафтидов, глубокие горизонты, Южно-Каспийская впадина, Восточное Предкавказье.

**MUD VOLCANISM AND DEEP-BURNED DEPOSITS OF THE EASTERN
CIRCAUCASUS: OIL AND GAS POTENTIAL AND TRACE ELEMENT
COMPOSITION OF NAPHTHIDES**

© Punanova Svetlana Aleksandrovna

Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences
Moscow, Russian Federation

Для цитирования: Пунанова С.А. Грязевой вулканизм и глубокопогруженные отложения Восточного Предкавказья: нефтегазоносность и микроэлементный состав нафтидов // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2026. № 2. С. 32-47. DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-32-47

Summary. Currently, the priority area for increasing the resource base of the country's oil and gas complex is the scientific substantiation, forecast and search for hydrocarbon (HC) accumulations at great depths. Developing scientific approaches based on geochemical studies to the problem of deep-seated hydrocarbon accumulations, the article considers the manifestations of mud volcanism as a process associated with deep hydrocarbon sources, as well as the Triassic and Jurassic oil and gas complexes of the Eastern Ciscaucasia. The results of a study of the products of mud volcanoes and oils from fields on the western side of the South Caspian Basin are presented. The Trace Element (TE), hydrocarbon and component compositions of naphthides from the Absheron, Shamakhi-Gobustan and Nizhnekura regions of Azerbaijan are studied. Geochemical characteristics of naphthides of the Triassic and Jurassic complexes of the Kumsko-Sukhokumsky zone of uplifts of the Eastern Ciscaucasia are given. TE analysis of hydrocarbon fluid composition is widely used to study the generation, transformation, and destruction of carbon-containing substances. Methods for using TE indicators to assess petroleum potential are also in high demand. Comparison of TE contents in oil samples and in mud volcano oil shows and oils from Azerbaijani fields, as well as other geochemical characteristics, indicates a common origin for naphthides. Results of a comparative analysis of the TE composition of oils from deep horizons of the North Caucasus-Mangyshlak oil and gas basin (OGB) in the Eastern Ciscaucasia indicate an independent source of hydrocarbon fluids in the Triassic complex, increasing the petroleum potential of deep sedimentary horizons in the Ciscaucasia.

Keywords: mud volcanism, trace elements, naphthide genesis, deep horizons, South Caspian Basin, Eastern Ciscaucasia.

Введение. В связи с истощением нефтегазовых ресурсов верхних горизонтов осадочного чехла, становится приоритетной выработка научно-обоснованных подходов к прогнозу и поискам скоплений УВ на больших глубинах. В этой связи большой научный и практический интерес представляет наука о грязевом вулканизме, процессы проявления которого тесно связаны с нефтегазоносностью, а также выявление закономерностей прогноза нефтегазогенерации на примере конкретных НГБ бассейнов с глубокозалегающими нефтегазоносными комплексами.

Проблема грязевого вулканизма, распространение и причины возникновения этого явления отражены в многочисленных публикациях: комплексные подходы к явлению с привлечением данных о нефтегазоносности, тектоники, сейсмичности регионов [1-3]. Рассматривая закономерности распространения грязевых вулканов на континентах, а также в морях и океанах, в работах [4, 5] указывается на связь большинства провинций с грязевым вулканизмом с альпийской зоной складчатости (рис. 1). При этом грязевой вулканизм проявляется чаще в предгорных и межгорные впадинах, в которых накапливаются мощные толщи терригенно-глинистых кайнозойских отложений. Так, общеизвестно, что в пределах Мексиканской впадины мощность осадочного чехла оценивается в 10 км, в Южно-Каспийском бассейне она равна 19-20 км, в Западно-Туркменской впадине – 14 км, в Омано-Макранской депрессии – 11 км, а в пределах Ировадийско-Андаманского региона она колеблется от 14 до 18 км. Грязевые вулканы группируются в наземные или подводные провинции. Наиболее крупные сосредоточены в юго-восточной и северо-западной частях

Кавказа. В пределах Азербайджана (Апшеронский п-ов, юго-западный Гобустан и Нижнекуринская впадина) закартировано свыше 220 грязевулканических структур. Обычно они связаны с антиклинальными поднятиями, отчасти контролируются тектоническими разломами и иногда пространственно совпадают с крупными нефтяными и газовыми месторождениями [6].

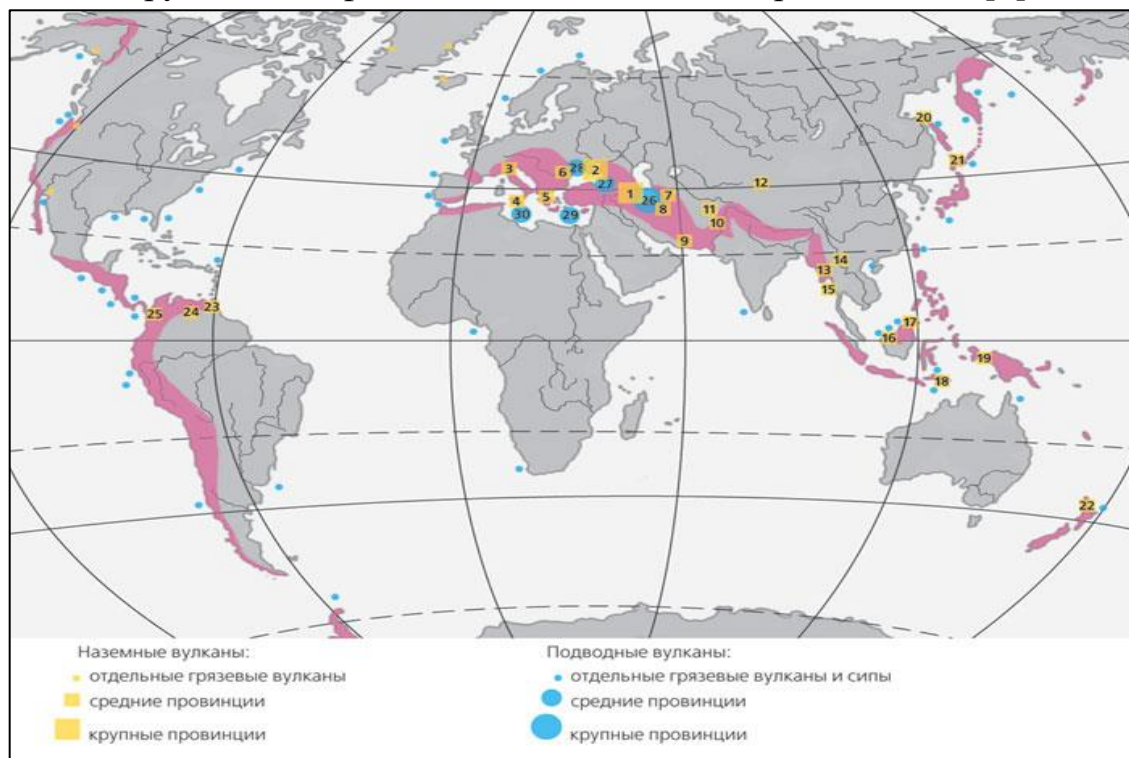


Рисунок 1 – Распределение грязевых вулканов [4]

где: 1 – Апшеронский п-ов, юго-западный Гобустан, Нижнекуринская впадина; 2 – Керченский п-ов и Тамань; 3 – Северная Италия; 4 – о. Сицилия; 5 – побережье Албании; 6 – Румыния; 7 – Западно-Туркменская впадина; 8 – Гогранское побережье Ирана; 9 – Макранское побережье Ирана и Пакистана; 10 – районы Белуджистана и Пенджаба в Пакистане; 11 – провинции Ассам и Восточный Пенджаб в Индии; 12 – Джунгария, КНР; 13 – о-ва Западной Бирмы; 14 – среднее течение р. Иравади, Бирма; 15 – Андаманские о-ва; 16-17 – о. Калимантан, Малайзия; 18 – о. Тимор, Индонезия; 19 – о. Новая Гвинея, Индонезия; 20 – о. Сахалин, Россия; 21 – о. Хоккайдо, Япония; 22 – о. Северный, Новая Зеландия; 23 – о. Тринидад (Тринидад и Тобаго); 24 – Венесуэла; 25 – Северная Колумбия; 26 – Южный Каспий; 27 – восточная часть Черного моря; 28 – западная часть Черного моря; 29-30 – Средиземное море. Цветом показана зона альпийской складчатости на континентальном блоке Земли.

В северо-западной части Западно-Кубанской впадины, на Таманском и Керченском п-овах располагается крупная провинция. Здесь зафиксировано свыше 100 грязевулканических проявлений [4, 5]. Менее крупные грязевулканические провинции, в состав которых входит обычно несколько десятков грязевых вулканов, установлены в Италии (долина р. По, остров Сицилия), Албании, Румынии, западной Туркмении, в пределах Горганской

равнины Ирана, на Макранском побережье Ирана и Пакистана, в северном Белуджистане Пакистана, Джунгарии (КНР), западных районах Бирмы, на островах Малайзии и Индонезии, острове Новая Гвинея. Характерно широкое распространение грязевых вулканов на острове Сахалин, островах Хонсю и Хоккайдо (Япония), а также в Новой Зеландии. В западном полушарии грязевые вулканы известны на острове Тринидад (государство Тринидад и Тобаго), в Венесуэле и северной Колумбии; они установлены также на побережье Мексиканского залива, в Калифорнии, Гренландии и Исландии. Среди подводных грязевулканических провинций, самой крупной считается Южно-Каспийская впадина. Здесь с помощью эхолотов, геоакустического профилирования и аэромагнитной съемки выявлено более 136 построек. Менее детально изучены провинции Черного и Средиземного морей. В них соответственно исследовано 25 и 16 грязевулканических проявлений.

Подводные грязевые вулканы широко распространены также и на шельфах океанов и внешних морей. Также как и холодные потоки УВ (сипы), они обнаружены в пределах западного и восточного тихоокеанского побережий, на шельфах Атлантического океана, Норвежского и Баренцева морей.

Результаты и обсуждение.

О некоторых особенностях грязевых вулканов Южно-Каспийской впадины

Известна тесная связь распространения грязевого вулканизма и нефтегазоносности. По образному выражению Ад.А. Алиева [6, стр. 46], «грязевые вулканы выполняют роль бесплатных природных разведочных скважин и дают ценную информацию о нефтегазоносности недр, особенно тех глубин, которые сегодня недоступны бурению». Отмечается, что грязевой вулканизм часто свидетельствует о процессе генерации углеводородных газов в недрах, миграции и аккумуляции которых способствуют раздробленные глубинные зоны земной коры с многочисленными трещинами и кавернами. Так, на участках грязевых вулканов обнаружены газоконденсатные и нефтяные месторождения. Грязевые вулканы принято считать современными активно формирующимися нефтегенными структурами. Тектонически они, как правило, приурочены к разломным надвиговым зонам.

От окружающих впадину орогенических элементов к ее внутренним частям наблюдается резкое погружение поверхности мезозоя и соответственно возрастание мощности кайнозоя, подошва которого, достигает 8-12 км на Абшеронском полуострове, 8-10 км в Шамаха-Гобустанском и Нижнекуринском районах и 14-20 км на Абшеронском пороге и в Южном Каспии. На западном борту Южно-Каспийской впадины на территории Азербайджана установлено, что более 80% известных нефтегазовых месторождений осложнены грязевыми вулканами. Отмечается, что очаги грязевых вулканов приурочены к глубокозалегающим горизонтам осадочного разреза Южно-Каспийской впадины, которые характеризуются сверхвысокими пластовыми давлениями (80-100 МПа и более) [6-8].

На рис. 2 показана схематическая модель образования УВ систем в жерле вулкана и миграции по эруптивному каналу [9].

Изучена газовая фаза продуктов деятельности грязевых вулканов. Стоит отметить, что приводятся интересные данные по Керченско-Таманскому и Азербайджанскому бассейнам на основе геохимических исследований (изотопные исследования гелия, углерода и водорода), проведенными А.А. Якубовым, Б.Г. Поляком, Б.М. Валяевым, В.Ю. Лаврушиным и др., свидетельствующие о содержании корового гелия, образование которого тесно связано с преобразованиями древних осадочных отложений и связанного с ними ОВ [3, 4].

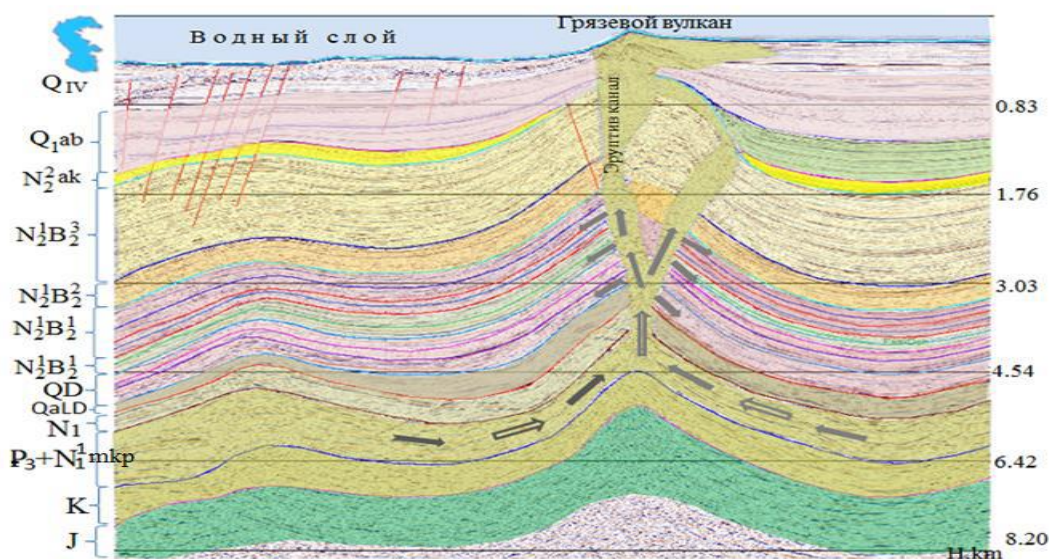


Рисунок 2 – Модель углеводородной и грязевулканической систем где: направления миграции УВ из нефтематеринской толщи (майкопские глинистые отложения $P_3+N_1^1 mkr$) в коллекторы (песчаные пласты низов продуктивной толщи) показаны стрелками

Основными компонентами является метан, содержание которого достигает 99%, присутствуют также и тяжелые УВ, CO_2 , N_2 и инертные газы (гелий и аргон). Получены данные и об изотопном составе нефтепроявлений грязевых вулканов. Отмечается, что нефти нафтенно-ароматического и метанового основания сильно биodeградированы, изотопный состав углерода изменяется в пределах $-24,76$ до $-27,88\text{‰}$. Изотопно тяжелые нефти грязевых вулканов коррелируются с нефтями плиоценовых и верхнемиоценовых отложений, а изотопно более легкие – с нефтями палеогеновых отложений [7]. Детальные пиролитические исследования на установке Rock-Eval образцов пород из грязевых вулканов Азербайджана, а также микронепти в выбросах грязевых вулканов подтвердили возможность процессов нефтегазообразования, протекающих на больших глубинах при высоких давлениях и температурах [7-9].

Микроэлементные характеристики нефтей и нефтепроявлений грязевых вулканов западного борта Южно-Каспийской впадины

В настоящее время геохимические исследования в нефтяной геологии приобретают все большую значимость и **актуальность**. Все разнообразие геологических процессов, происходивших при захоронении первичного исходного для нефтеобразования органического вещества (ОВ) и дальнейшее преобразование УВ, отражено в особенностях состава нефти, в частности, в содержании и соотношениях МЭ [10-12].

Интерес к изучению соединений МЭ в нафтидах связан с характером их реакции на различия геологических условий и геохимических процессов формирования горючих ископаемых и поддерживается, по-нашему мнению, следующими факторами:

- МЭ нафтидов являются индикаторами онтогенеза УВ и должны быть использованы при решении многих проблем нефтяной геологии;
- перспективностью получения товарных соединений МЭ из каустобиолитов;
- негативным влиянием МЭ на скважинное оборудование и процессы нефтепереработки;
- вероятностью образования при добыче и переработке горючих ископаемых соединений потенциально токсичных МЭ, представляющих опасность для среды обитания.

На территории Южно-Каспийского НГБ широкое развитие получила вулканическая деятельность. Здесь встречаются все формы грязевулканических проявлений – действующие, потухшие, погребенные, подводные, островные, обильно нефтевыделяющие. В представленной работе современными инструментальными методами исследованы продукты выбросов грязевых вулканов в виде нефтепроявлений в Апшеронской, Шамаха-Гобустанской и Нижнекуруинской областях Азербайджана, а также нефти из соседних месторождений для установления генетической общности их онтогенеза.

Привлечение данных по содержанию МЭ в продуктах грязевого вулканизма единичны. В работе [13] показано, что некоторые биофильные элементы (Cu, Co, Zn, V, Ni, Mo и др.) в сопочном иле грязевых вулканов Северо-Западного Кавказа достаточно прочно связаны с ОВ.

Результаты анализа МЭ составов грязевулканических нефтепроявлений представлены на рис. 3, на котором последовательно сравниваются в пробах содержания МЭ по трем областям: Апшеронской (I), Шамаха-Гобустанской (II) и Нижнекуруинской (III).

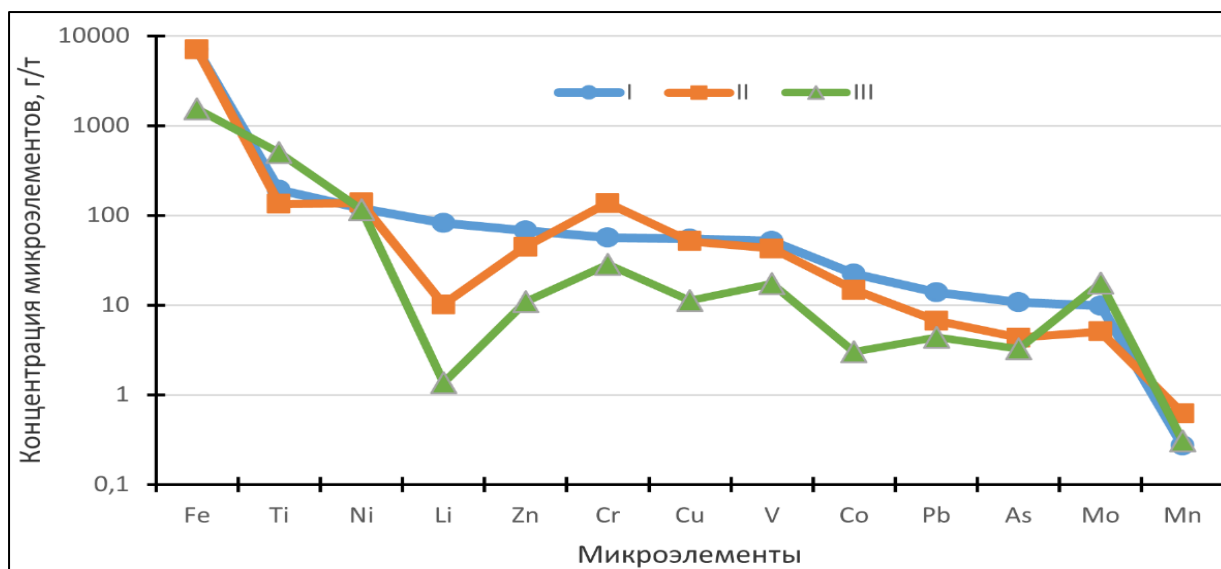


Рисунок 3 – Сравнительная характеристика микроэлементного состава нефтепроявлений грязевых вулканов в различных областях Азербайджана

Кривые на графике ранжированы по содержанию тринадцати элементов в нефтепроявлениях Апшеронской области, от максимальных величин для железа до минимальных содержаний марганца. Общий характер изменения концентраций элементов в регионах идентичен, за исключением лития, концентрация которого сильно понижена в нефтепроявлениях Нижнекуринской области. Генетический показатель, отношение V/Ni , практически постоянен для нефтепроявлений трех областей и характеризуется преобладанием Ni над V .

Наиболее наглядно характер связи содержаний МЭ в нефтях и нефтепроявлениях каждой области отражен на рис. 4. Отмечено, что в трех изучаемых регионах концентрации МЭ в нефтепроявлениях грязевых вулканов существенно выше, нежели в нефтях. Это явление связано с процессами гипергенного преобразования нефтепроявлений грязевых вулканов, потерей, улетучиванием легких фракций, процессами окисления и биodeградации и соответствующим повышением смолисто-асфальтеновых компонентов и содержаний в них МЭ. Процессы биodeградации подтверждают результаты УВ состава и биомаркерного анализа [14].

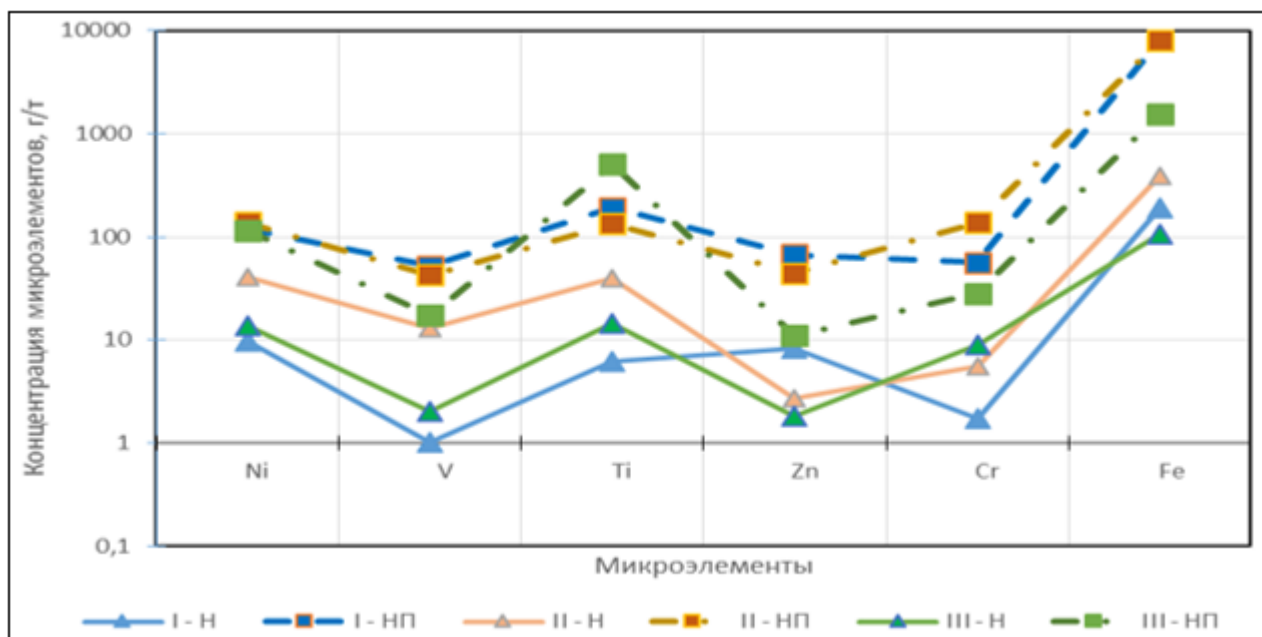


Рисунок 4 – Сравнение содержаний МЭ в нефтях (Н) и нефтепроявлениях (НП) грязевых вулканов в Абшеронской (I), Шамаха-Гобустанской (II), Нижнекуринской (III) областях Азербайджана

О перспективности глубинных отложений Южно-Каспийского НГБ могут свидетельствовать результаты расчетов коэффициентов корреляции между содержаниями МЭ грязевулканических вод Азербайджана (по аналитическим данным [15]) с модельным составом континентальной коры и биотой – морской и наземной, полученные ранее в комплексе с составами вод Большого Кавказа [16].

Наибольшая корреляция МЭ состава грязевулканических вод Азербайджана (по трем исследованным регионам) отмечается с составом средней коры по сравнению с составами верхней и нижней (табл. 1), что может указывать на достаточно глубокое зарождение вод грязевых вулканов Азербайджана, что подтверждается сейсмологическими данными (Собисевич и др., 2008; Шнюков, Нетребская, 2013) о значительной, до 20 км, глубине корней ряда грязевых вулканов Черного моря и Азербайджана и данными о глубинах основных магматических камер. При этом, наблюдается часто более высокая корреляция с химическим составом морской фауны, а не наземной. Это является указанием на сапропелево-гумусовый тип исходного ОВ, что согласуется с геохимической характеристикой процессов генерации УВ на территории бассейна.

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции между составами вод, коры и биоты
(модифицировано из [16])

Район (число анализов)	Состав континентальной коры			Биота			
	верхняя	средняя	нижняя	Морские		Наземные	
				растения	животные	растения	животные
Абшерон (5)	0,42±0,04	0,48±0,04	0,44±0,04	0,72±0,04	0,77±0,02	0,67±0,02	0,65±0,03
Шемаха-Гобустан (23)	0,42±0,01	0,48±0,01	0,44±0,01	0,75±0,01	0,76±0,01	0,66±0,01	0,67±0,01
Р. Кура (12)	0,47±0,03	0,55±0,03	0,50±0,03	0,76±0,02	0,79±0,01	0,70±0,01	0,69±0,01

Примечание: * погрешность оценки среднего коэффициента корреляции; ** жирным шрифтом выделены максимальные значения корреляции (для коры и биоты).

Анализ представленных результатов хорошо согласуется с МЭ составом азербайджанских нефтей по более широкой базе данных (около 40 элементов) [11, 12]. Подтверждается никелевая металлогения нефтей Южно-Каспийского НГБ, главными элементами являются никель или железо, содержание которых преобладает над содержанием ванадия ($V/Ni < 1$; $V/Fe < 1$). Различия в обогащенности нефтей теми или иными МЭ объясняется различием исходного ОВ, сапропелевого или гумусово-сапропелевого, и степенью его катагенетического преобразования.

Северо-Кавказско-Мангышлакский нефтегазоносный бассейн, Восточное Предкавказье

О высоких перспективах нефтегазоносности глубоких отложений триасового комплекса Предкавказья на основе геолого-геохимических, а также геофизических данных, неоднократно сообщалось в ряде публикаций [17-19]. Исследуемая территория является частью Скифской эпигерцинской плиты, фундамент сложен породами палеозойского возраста, а осадочный чехол – отложениями мезо-кайнозоя. Платформенный чехол отчленяется от складчатого основания промежуточной толщей – тафрогенным комплексом отложений перми и триаса, которая заполняет неровности расчлененного складчатого фундамента. Установленная нефтегазоносность здесь (преимущественно триасовых отложений) связана с рифогенными постройками, которые формировались в обстановке вулканической активности. Тектоническая активность, наличие глубинных разломов, и вулканизм способствовали прогреву отложений и ускорению процессов нефтегенерации [20].

Исследовались нефти Прикумско-Сухокумской зоны поднятий Восточного Предкавказья из месторождений Закумское, Перекрестное, Зимняя Ставка, Мартовское, Пушкарское, Восточно-Сухокумское, Нефтекумское. Нефти легкие (плотность в среднем не превышает $0,850 \text{ г/см}^3$), бессернистые, малосмолистые (до 5%), с низким содержанием асфальтенов (от 0,13 до 1,7%) и высокопарафинистые (до 35%). Порфирины в нефтях не были обнаружены, что вероятно является следствием больших глубин залегания нефтей (от 3200 до

4340 м) и высоких палеотемператур (порядка 170-190°C). Для сравнения с МЭ составом нефтей исследованы также содержания МЭ в образцах хлороформенных битумоидов (часть рассеянного ОВ, растворимая в органических растворителях), извлеченных из отложений того же возраста с площадей системы Манычских прогибов – Перекрестной, Солончаковой, Колодезной, Путиловской, Ильменской, Калининской, Пушкарской. Породы представлены аргиллитами, известняками, песчаниками и эффузивами. Для сопоставления МЭ состава нефтей и ОВ пород выделенные из пород битумоиды были подразделены на сингенетичные и эпигенетичные.

Содержания МЭ в нефтях и битумоидах исследованных комплексов показаны в табл. 2, а на рис. 5 проиллюстрированы изменения отношений наиболее контрастных по содержанию элементов в нефтях и сингенетичных битумоидах юрского и триасового комплексов. Можно отметить существенное сходство нефтей и сингенетичных битумоидов триасовых отложений по выбранным МЭ соотношениям. Выявляется также подобие концентрационного распределения МЭ в нефтях и битумоидах пород триаса: нефти – $Fe > V > Ni > Cu > Zn > Co > Au$, битумоиды – $Fe > V > Cu > Ni > Zn = Co > Au$.

Таблица 2 – Содержание микроэлементов в нефтях ($n10^{-4} \%$) и битумоидах ($n10^{-2} \%$) из пород триасового и юрского возраста (средние данные)

Исследуемый объект	Возраст комплекса	V	Ni	Co	Fe	Cu	Zn	Au	V/Ni
Битумоид									
сингенетичный	юра	12,4	1,8	0,1	14,7	2,4	1,8	3,7	6,9
паравтохтонный	юра	11,8	2,9	0,2	14,8	4,2	2,1	1,9	4,1
сингенетичный	триас	9,1	1,9	1,2	18,5	2,7	1,2	0,3	4,9
паравтохтонный	триас	4,6	1,0	0,9	25,1	5,6	4,9	0,5	4,6
Нефть									
	юра	2,16	1,4	0,03	55,2	0,8	1,7	0,34	1,6
	триас	3,1	0,7	0,43	31,5	1,2	0,6	0,08	4,3

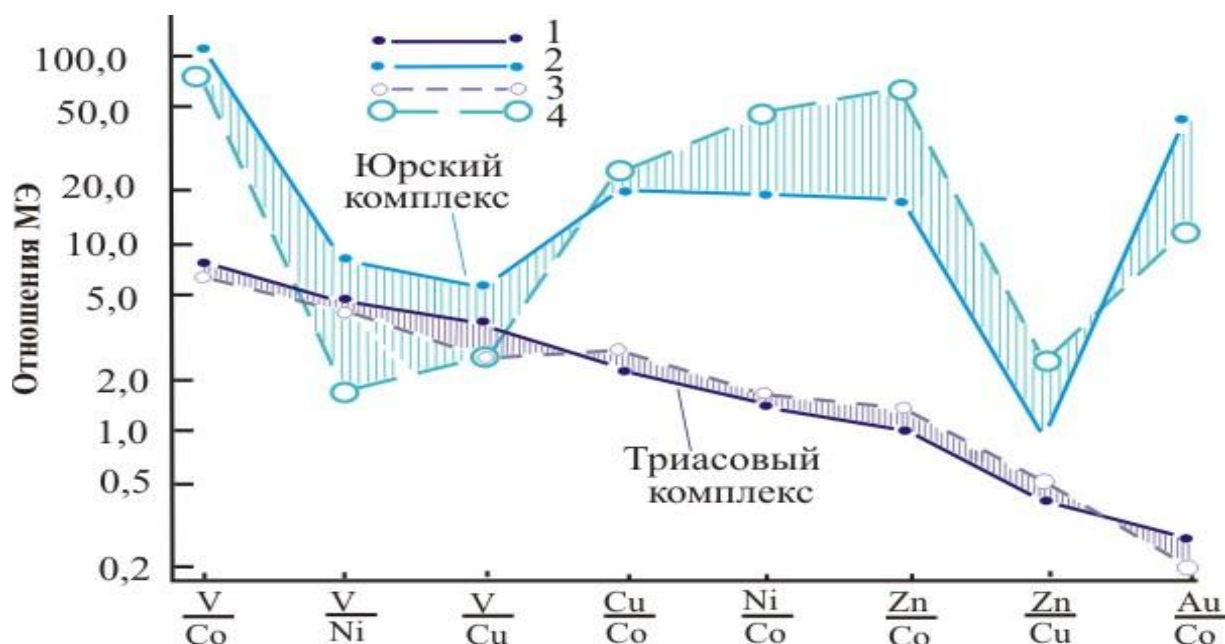


Рисунок 5 – Отношения МЭ в нефтях и сингенетичных битумоидах триасового и юрского нефтегазоносных комплексов, где отношения МЭ: в битумоидах пород 1 – триасового возраста; 2 – юрского возраста; в нефтях из отложений: 3 – триасового возраста, 4 – юрского возраста

При анализе полученного материала представляется возможным сделать вывод о различии нефтей триасового и юрского возраста по содержанию в них МЭ, в частности связанных с тяжелыми фракциями. Количество ванадия и особенно кобальта в нефтях триасовых отложений выше по сравнению с таковыми, юрских отложений. Эта же закономерность сохраняется и при пересчете концентраций ванадия и кобальта на сумму смолисто-асфальтеновых компонентов нефтей (табл. 3). По содержанию элементов, связанных с масляными фракциями (цинк, золото, медь и отчасти железо), также выявлено существенное различие между нефтями продуктивных пластов обоих комплексов. Особенно контрастны эти различия по содержанию цинка и золота.

Таблица 3 – Содержание элементов в нефтях и в пересчете на фракции ($\cdot 10^{-4} \%$)

Возраст	V		Co		Zn		Au	
	на нефть	на см-асф. часть	на нефть	на см-асф. часть	на нефть	на масл. фракцию	на нефть	на масл. фракцию
Триас	3,11	98,2	0,43	12,6	0,64	0,75	0,07	0,08
Юра	2,16	52,8	0,03	0,9	1,65	2,10	0,38	0,40

Средние данные по 16 пробам нефтей

Близость распределения МЭ в нефтях и ОВ пород свидетельствует о генетическом единстве нефтей и сингенетичных битумоидов, и о нефтедонаторных нефтепроизводящих свойствах триасовой толщи. Существенно больший разброс можно отметить при сопоставлении МЭ соотношений нафтидов юрского нефтегазоносного комплекса. Судя по характеру распределения МЭ, связь между нефтями и сингенетичными битумоидами в триасовом комплексе более тесная, чем в юрских отложениях. Некоторый разброс значений концентраций МЭ в нефтях и ОВ пород юрского комплекса свидетельствует о возможном вертикальном подтоке УВ флюидов из триасовых отложений в юрские. Распределение УВ показателей подтверждает существование отмеченных процессов.

При этом характеристика глубокопогруженных отложений триасового комплекса Предкавказья как самостоятельного источника УВ флюидов повышает перспективы нефтегазоносности глубоких осадочных горизонтов Предкавказья.

Заключение. Представлены результаты сравнительного сопоставительного анализа МЭ состава нефтепроявлений грязевого вулканизма и нефтей месторождений западного борта Южно-Каспийской впадины – Абшеронской, Шамаха-Гобустанской и Нижнекуринской областей Азербайджана. Оценка содержаний МЭ (Ni, V, Ti, Zn, Cr и Fe) в сравниваемых объектах (по каждой нефтегазоносной области) свидетельствует о генетическом единстве нафтидов (симбатное распределение металлов, единая никелевая металлогения, единая УВ составляющая). Выявленные отличия геохимических характеристик нафтидов трех регионов объясняются процессами гипергенного преобразования и биodeградации продуктов деятельности вулканизма, которые в силу геологических условий приближены к поверхности, и активно подвержены значительным изменениям. Связь состава МЭ вод грязевых вулканов Азербайджана с составом средней коры на основе корреляционного анализа свидетельствует о вовлеченности в процессы нефтегазообразования более глубоких горизонтов, и о возможно дополнительном источнике МЭ за счет них.

Близкий характер распределения МЭ в нефтях и битумоидах разновозрастных комплексов Восточного Предкавказья, а также значительное сходство соотношений МЭ в этих объектах свидетельствуют о сингенетичности нефтей вмещающим отложениям юрского и триасового возраста, т.е. о наличии нескольких источников генерации углеводородов, возможно в более глубоких горизонтах осадочного чехла. Выявленные особенности флюидов глубокопогруженных отложений триасового комплекса значительно повышают перспективы нефтегазоносности Предкавказья.

Таким образом, геохимическое изучение МЭ состава различных природных объектов способствует познанию особенностей глубоких

горизонтов земной коры, дополнительных источников УВ в глубокопогруженных отложениях осадочной толщи, уточнению онтогенеза УВ скоплений и, в конечном итоге, более эффективной оценке перспективности поисков скоплений нефти и газа на больших глубинах. Безусловно, привлечение в исследование широкого комплекса МЭ (редкоземельных, платиноидов, радиоактивных) поможет более обоснованно решать спорные проблемы.

Финансирование. Работа написана в рамках выполнения государственного задания (тема «Фундаментальный базис инновационных, цифровых технологий прогноза, поиска, разведки и освоения нефтегазовых ресурсов (фундаментальные, поисковые, прикладные, экономические и междисциплинарные исследования до 2030 года)», номер государственной регистрации № 125021302095-2).

Funding. This work was written as part of a state assignment (topic: Fundamental Basis for Innovative, Digital Technologies for Forecasting, Prospecting, Exploration, and Development of Oil and Gas Resources (Fundamental, Prospecting, Applied, Economic, and Interdisciplinary Research through 2030)", state registration number 125021302095-2).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Каграманов К.Н., Насибова Г.Д., Бабаева М.Т.* Грязевые вулканы и их роль в оценке перспектив нефтегазоносности осадочного бассейна // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2023. № 2 (374). С. 66-73.
2. *Попков В.И.* Тектоническая позиция Керченско-Таманских грязевых вулканов /Материалы Всеросс. конф. «Дегазация Земли; геодинамика, флюиды, нефть, газ и их парагенезы». М.: ГЕОС, 2008. С. 400-401.
3. *Попков В.И., Соловьев В.А., Соловьева Л.П.* Грязевой вулканизм, сейсмичность и нефтегазоносность // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2010. № 6. С. 27-32.
4. *Холодов В.Н.* О природе грязевых вулканов / В. Н. Холодов // Природа. 2002. № 11. С. 47-58.
5. *Холодов В.Н.* Грязевые вулканы: распространение и генезис / В. Н. Холодов // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2012. № 4. С. 1-27.
6. *Алиев Ад.А.* Грязевые вулканы – очаги периодической газогидродинамической разгрузки быстропогружающихся осадочных бассейнов и важные критерии прогноза газоносности больших глубин // Геология нефти и газа. 2006. № 5. С. 26-32.
7. *Гулиев И.С., Керимов В.Ю., Осипов А.В., Мустаев Р.Н.* Генерация и аккумуляция углеводородов в условиях больших глубин земной коры // SOCAR Proceedings. 2017. № 1, 004-0016.
8. *Гусейнов Д.А.* Зрелость углеводородных флюидов и глубинно-стратиграфическая приуроченность очагов флюидогенерации в Южно-

- Каспийском бассейне // Азербайджанское нефтяное хозяйство. 2012. Баку. № 4. С. 11-21.
9. Юсубов Н.П., Гулиев И.С. Грязевой вулканизм и углеводородные системы Южно-Каспийской впадины (по новейшим данным геофизических и геохимических исследований). Баку, «Элм», 2022, 168 с.
 10. Пунанова С.А. Микроэлементы нафтидов нефтегазоносных бассейнов // Докл. Академии Наук. 2019, № 5. Т. 488. С. 103-107.
 11. Бабаев Ф.Р., Пунанова С.А. Геохимические аспекты микроэлементного состава нефтей. Под научной редакцией академика НАНА И.С. Гулиева. М.: ООО «Издательский дом Недра», 2014. 181 с.
 12. Мартынова Г.С., Нанаджанова Р.Г., Гулиев И.С. Закономерности распространения микроэлементов в нефтепроявлениях грязевых вулканов // East European Scientific Journal #2(78), 2022. С. 21-26.
 13. Маслов А.В., Стародымова Д.П., Шевченко В.П., Бычков А.Ю. Биофильные микроэлементы и углерод в сопочных илах грязевых вулканов Северо-Западного Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2024. Т. 14, № 1. С. 6-18. DOI: 10.46698/VNC.2024.59.20.001
 14. Пунанова С.А., Гусейнов Д.А., Мартынова Г.С., Нанаджанова Р.Г. Геохимические особенности нефтей и нефтепроявлений грязевых вулканов западного борта Южно-Каспийской впадины // Геология нефти и газа. 2023, № 6. С. 97-106. DOI: 10.47148/0016-7894-2023-6-97-106
 15. Лаврушин В.Ю., Гулиев И.С., Киквадзе О.Е., Алиев А.А., Покровский Б.Г., Поляк Б.Г. Воды грязевых вулканов Азербайджана: изотопно-геохимические особенности и условия формирования // Литология и полезные ископаемые. 2015, № 1. С. 3-29.
 16. Родкин М.В., Пунанова С.А. Корреляционные зависимости микроэлементного состава природных объектов // Геология нефти и газа. 2022. № 4. С. 99-107.
 17. Попков В.И., Чаицкий В.П., Попков И.В., Пинчук Т.Н. Верхнетриасовая газоносная карбонатная формация Западного Предкавказья // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2020. Т. 15. № 2. http://www.ngtp.ru/rub/2020/13_2020.html
 18. Попков В.И., Попков И.В. Породы фундамента и тектоническая природа Карабогазского геоблока запада Туранской плиты // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2023. № 32. С. 20-37. DOI: 10.24412/2949-4052-2023-3-20-37.
 19. Сидорчук Е.А., Добрынина С.А. Геодинамическая природа размещения нефтегазовых месторождений (на примере территории Ставропольского края // Геология и геофизика Юга России. 2024. Т. 14. № 2. С. 179-194. DOI:10.46698/VNC.2024.90.18.014.
 20. Харченко В.М., Черненко К.И., Еремина Н.В., Самусев Д.Д. Некоторые закономерности формирования и распространения рифогенных построек в

триасовых отложениях на территории Восточного Предкавказья в связи с нефтегазоносностью // Геология и геофизика Юга России. 2022. Т. 12, № 3. С. 133-145. DOI: 10.46698/VNC.2022.80.35.009

REFERENCES

1. *Kagramanov K.N., Nasibova G.D., Babaeva M.T.* Mud volcanoes and their role in assessing the oil and gas potential of a sedimentary basin // *Geology, geophysics, and development of oil and gas fields*. 2023. No. 2 (374). Pp. 66-73. (In Russ.).
2. *Popkov V.I.* Tectonic position of the Kerch-Taman mud volcanoes / *Proceedings of the All-Russian Conf. "Earth Degassing; Geodynamics, Fluids, Oil, Gas, and Their Parageneses"*. Moscow: GEOS, 2008. Pp. 400-401. (In Russ.).
3. *Popkov V.I., Soloviev V.A., Solovieva L.P.* Mud volcanism, seismicity, and oil and gas potential // *Geology, geophysics, and development of oil and gas fields*. 2010. No. 6. Pp. 27-32. (In Russ.).
4. *Kholodov V.N.* On the Nature of Mud Volcanoes. *Priroda*. 2002. No. 11. Pp. 47-58. (In Russ.).
5. *Kholodov V.N.* Mud Volcanoes: Distribution and Genesis. *Geology and Useful Fossils of the World Ocean*. 2012. No. 4. Pp.-27. (In Russ.).
6. *Aliev Ad.* Mud Volcanoes: Sources of Periodic Gas-Hydrodynamic Discharge in Rapidly Submerging Sedimentary Basins and Important Criteria for Forecasting Gas Content at Great Depths. *Geology of Oil and Gas*. 2006. No. 5. Pp. 26-32. (In Russ.).
7. *Guliyev I.S., Kerimov V.Yu., Osipov A.V., Mustayev R.N.* Generation and accumulation of hydrocarbons in the deep conditions of the earth's crust // *SOCAR Proceedings*. 2017. No. 1, 004-0016. (In Russ.).
8. *Huseynov D.A.* Maturity of hydrocarbon fluids and deep stratigraphic confinement of fluid generation foci in the South Caspian Basin // *Azerbaijan Oil Industry*. 2012. Baku. No. 4. Pp. 11-21. (In Russ.).
9. *Yusubov N.P., Guliyev I.S.* Mud volcanism and hydrocarbon systems of the South Caspian Basin (based on the latest geophysical and geochemical data). Baku, Elm, 2022, 168 p. (In Russ.).
10. *Punanova S.A.* Microelements of Naphthides of Oil and Gas Basins // *Reports of the Academy of Sciences*. 2019, No. 5. Vol. 488. Pp. 103-107. (In Russ.).
11. *Babaev F.R., Punanova S.A.* Geochemical Aspects of Microelement Composition of Oils. Edited by Academician of ANAS I.S. Guliev. Moscow: OOO "Izdatelskiy dom Nedra", 2014. 181 p. (In Russ.).
12. *Martynova G.S., Nanadzhanova R.G., Guliev I.S.* Patterns of Microelement Distribution in Oil Shows of Mud Volcanoes // *East European Scientific Journal* #2(78), 2022. Pp. 21-26. (In Russ.).
13. *Maslov A.V., Starodymova D.P., Shevchenko V.P., Bychkov A.Yu.* Biophilic microelements and carbon in volcanic silts of mud volcanoes of the Northwestern Caucasus // *Geology and Geophysics of South Russia*. 2024. Vol. 14, No. 1. Pp. 6-18. (In Russ.). DOI: 10.46698/VNC.2024.59.20.001

14. *Punanova S.A., Guseinov D.A., Martynova G.S., Nanadzhanova R.G.* Geochemical features of oils and oil shows of mud volcanoes on the western side of the South Caspian Basin // *Geology of Oil and Gas*. 2023, No. 6. Pp. 97-106. (In Russ.). DOI: 10.47148/0016-7894-2023-6-97-106
15. *Lavrushin V.Yu., Guliyev I.S., Kikvadze O.E., Aliyev A.A., Pokrovsky B.G., Polyak B.G.* Waters of mud volcanoes of Azerbaijan: isotope-geochemical features and conditions of formation // *Lithology and mineral resources*. 2015, No. 1. Pp. 3-29. (In Russ.).
16. *Rodkin M.V., Punanova S.A.* Correlation dependencies of the microelement composition of natural objects // *Geology of oil and gas*. 2022. No. 4. Pp. 99-107. (In Russ.).
17. *Popkov V.I., Chaitsky V.P., Popkov I.V., Pinchuk T.N.* Upper Triassic gas-bearing carbonate formation of the Western Ciscaucasia // *Oil and Gas Geology. Theory and Practice*. 2020. Vol. 15. No. 2. (In Russ.). http://www.ngtp.ru/rub/2020/13_2020.html
18. *Popkov V.I., Popkov I.V.* Basement rocks and tectonic nature of the Karabogaz geoblock in the west of the Turan plate // *Geology. News of the Department of Earth Sciences and Natural Resources*. 2023. No. 32. Pp. 20-37. (In Russ.). DOI: 10.24412/2949-4052-2023-3-20-37.
19. *Sidorchuk E.A., Dobrynina S.A.* Geodynamic nature of the location of oil and gas fields (on the example of the territory of Stavropol Krai) // *Geology and Geophysics of South Russia*. 2024. Vol. 14. No. 2. Pp. 179-194. (In Russ.). DOI: 10.46698/VNC.2024.90.18.014.
20. *Kharchenko V.M., Chernenko K.I., Eremina N.V., Samusev D.D.* Some patterns of formation and distribution of reef structures in Triassic deposits in the territory of the Eastern Ciscaucasia in connection with oil and gas potential // *Geology and Geophysics of South Russia*. 2022. Vol. 12, No. 3. Pp. 133-145. (In Russ.). DOI: 10.46698/VNC.2022.80.35.009

Сведения об авторах:

Пунанова Светлана Александровна, доктор геолого-минералогических наук, Институт проблем нефти и газа РАН, ул. Губкина, д. 3, 119333, Москва, Россия. SPIN-код: 3691-7142. ORCID ID: 0000-0003-2022-2906. E-mail: s_punanova@ipng.ru

Author's personal details:

Svetlana A. Punanova – doctor of geological and mineralogical sciences, Chief Researcher, Oil and Gas Research Institute, Russian Academy of Sciences, 119333, st. Gubkina, 3. Moscow, Russia. ORCID ID: 0000 0003 2022 2906. E-mail: s_punanova@ipng.ru

© Пунанова С.А.

**КАЛИЕВЫЕ ПОЛЕВЫЕ ШПАТЫ В ДОЛОМИТАХ ТИПОВОГО
РАЗРЕЗА РЕВЕТСКОЙ ПОДСВИТЫ В РАЙОНЕ Д. РЕВЕТЬ
(АВЗЯНСКАЯ СВИТА СРЕДНЕГО РИФЕЯ, ЮЖНЫЙ УРАЛ)**

© Мичурин Сергей Васильевич, © Марданшина Регина Равиловна,
© Самигуллин Айдар Альфридович, © Казбулатова Гульфия Мавлетовна
Институт геологии

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

Аннотация. На основании рентгенофлуоресцентного анализа и ИК-спектроскопии рассмотрены минералогические и геохимические особенности доломитов в типовом разрезе на левом берегу р. Малый Инзер реветской подсвиты авзянской свиты, завершающей юрматинскую серию среднего рифея на западном склоне Южного Урала. В породах установлены выше кларковые в 6–8 раз средние содержания Ва и Rb, которые имеют наиболее сильные положительные геохимические связи с калиевым полевым шпатом. Среднее содержание этого минерала в доломитах составляет 3.4 ± 3.1 мас. %, в нерастворимых минеральных остатках – 37.6 ± 19.9 отн. %. Стратиграфически по мере приближения к аркозовым песчаникам бирьянской подсвиты зильмердакской свиты, залегающей в основании каратауской серии верхнего рифея, в реветской подсвите наблюдается выраженное увеличение в доломитах как количественного содержания калиевых полевых шпатов до ~6–10 мас. %, так и их относительной доли в составе детритовой фракции до ~48–63 отн. %. Данные ИК-спектроскопии свидетельствуют о том, что в осадочных породах обоих стратиграфических уровней на границе между юрматинием и каратавием детритовые калиевые полевые шпаты представлены преимущественно сходными максимально упорядоченными микроклинами. Установленные минералогические и геохимические данные свидетельствуют, вероятнее всего, о единой питающей провинции обломочным материалом при осадконакоплении в реветское и бирьянское время, роль которой увеличивалась постепенно.

Ключевые слова: доломиты, калиевые полевые шпаты, максимально упорядоченный микроклин, реветская подсвита, авзянская свита

**POTASSIUM FELDSPARS IN THE DOLOMITES OF THE TYPICAL
SECTION OF THE REVET SUB-FORMATION NEAR THE VILLAGE OF
REKET (AVZYAN FORMATION OF THE MIDDLE RIPHEAN, SOUTHERN
URALS)**

© Michurin Sergey Vasilyevich, © Mardanshina Regina Ravilevna,
© Samigullin Aidar Alfridovich, © Kazbulatova Gulfiya Mavletovna

Для цитирования: Мичурин С.В., Марданшина Р.Р., Самигуллин А.А., Казбулатова Г.М. Калиевые полевые шпаты в доломитах типового разреза реветской подсвиты в районе д. Реветь (авзянская свита среднего рифея, Южный Урал)// Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2026. № 2. С. 48-71. DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-48-71

Summary. Based on X-ray fluorescence analysis and IR spectroscopy, the mineralogical and geochemical features of dolomites in a typical section on the left bank of the Maly Inzer River in the Revet sub-formation of the Avzyan Formation, which completes the Yurmatau series of the Middle Riphean on the western slope of the Southern Urals, have been studied. The rocks have been found to have higher than average concentrations of Ba and Rb, which have the strongest positive geochemical associations with potassium feldspar. The average content of this mineral in dolomites is 3.4 ± 3.1 wt. %, and in insoluble mineral residues it is 37.6 ± 19.9 rel. %. Stratigraphically, as we approach the arkose sandstones of the Biryán sub-formation of the Zilmerdak Formation, which lies at the base of the Karatau Series of the Upper Riphean, there is a pronounced increase in the content of potassium feldspars in dolomites to ~6–10 wt. %, as well as their relative proportion in the detritus fraction, up to ~48–63 rel. %. The IR spectroscopy data indicate that in the sedimentary rocks of both stratigraphic levels at the boundary between the Yurmatau and Karatau series, detrital potassium feldspars are predominantly represented by similar, maximally ordered microclines. The established mineralogical and geochemical data suggest that there was a single source of clastic material during sedimentation in the Revet and Biryán periods, and its role gradually increased.

Keywords: dolomites, potassium feldspar, maximally ordered microcline, Revet sub-formation, Avzyan Formation

Введение. Авзянская свита на западном склоне Южного Урала – одно из наиболее интересных подразделений разреза рифея, как с седиментологической и палеогеографической, так и с металлогенической точек зрения [1–9]. Мощность свиты составляет около 2000 м, из которых более двух третей приходится на долю карбонатных пород, преимущественно доломитов и в меньшей степени известняков. Реветская подсвита является одним из верхних литостратиграфических подразделений авзянской свиты [10]. Характерной особенностью отложений подсвиты является присутствие в них кремнистых образований (стяжений, конкреций, линз) [11].

Породы авзянской свиты являются рудовмещающими для многих полезных ископаемых (железа, полиметаллов, магнезита, барита и др.) [8]. Их формирование связывают с разгрузкой нагретых элизионных катагенетических растворов и относят к гидротермально-метасоматическим литогенным образованиям [3–7, 9, 12]. Недавно проведенное геохимическое и кристаллохимическое изучение доломитов на разных стратиграфических уровнях авзянской свиты подтверждает, что осадочные породы катаскинской, реветской и тюльменской подсвит локально подвержены интенсивным эпигенетическим преобразованиям, обусловленным воздействием на породы Fe- и Mn-содержащих средне- и высокотемпературных постмагматических или катагенетических флюидов [13–15]. В последнее время обосновывается термально-рассольное формирование рифейских Mg-Fe карбонатных руд, в том числе приуроченных к авзянской свите, с участием рассольного флюида эвапоритовой природы, претерпевшим катагенетическую эволюцию [12, 16].

В карбонатах авзянской свиты фиксируются повышенные в несколько раз против кларка концентрации Li и максимальные содержания MgO в известняках по сравнению с средне- и позднерифейскими свитами западного склона Южного Урала, что может быть обусловлено сходными с эвапоритовыми условиями седиментации в авзянское время [17–19]. Накопление осадочных отложений свиты происходило в позднем мезопротерозое во время перестройки изотопного углеродного цикла Земли и наименее затронутые эпигенетическими процессами доломиты и известняки свиты сохранили первичный C-изотопный сигнал, что используется для глобальных хемотратиграфических построений [20]. Кроме того, авзянская свита завершает юрматинскую серию среднего рифея, которая граничит с бирьянской подсвитой зильмердакской свиты, залегающей в основании каратауской серии верхнего рифея. Характер границы между отложениями этих серий сложный, отражающий предзильмердакский перерыв в осадконакоплении, который предположительно мог являться очень длительным и привести к существенному изменению состава питающих провинций [21, 22]. Все перечисленные факторы заставляют исследователей более внимательно подходить к анализу большого круга вопросов, связанных с изучением авзянской свиты [7].

Настоящая статья является продолжением исследований пород свиты с целью выявления их типоморфных характеристик. Ранее нами получены ИК-спектры калиевых полевых шпатов (КПШ) из доломитов реветской подсвиты авзянской свиты и из аркозовых песчаников бирьянской подсвиты зильмердакской свиты [23, 24]. В последних также изучены рентгеновские дифракционные особенности [25]. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в обломочной фракции осадочных пород обоих стратиграфических уровней КПШ преимущественно представлены минералогически сходными максимально упорядоченными микроклинами. В целом это может указывать на слабую трансформацию источников сноса рассматриваемого временного интервала. Однако в упомянутой работе [24] были проанализированы только единичные образцы доломитов реветской подсвиты из разреза авзянской свиты в пос. Верхний Авзян. С целью уточнения высказанного предположения на большем материале в настоящем сообщении анализируются данные по обломочной фракции доломитов реветской подсвиты из ее типового разреза на р. Малый Инзер.

Стратиграфия и литология авзянской свиты. На западном склоне Южного Урала отложения среднерифейской юрматинской серии широко распространены на крыльях Башкирского мегантиклинория и в стратотипическом разрезе расчленены на 4 свиты: вулканогенную и вулканогенно-осадочную машакскую (мощность 2500–3100 м), песчаниковую зигальгинскую (250–400 м), терригенную зигазино-комаровскую (1000–1200 м) и терригенно-карбонатную авзянскую (1500–2000 м) (рис. 1) [10].

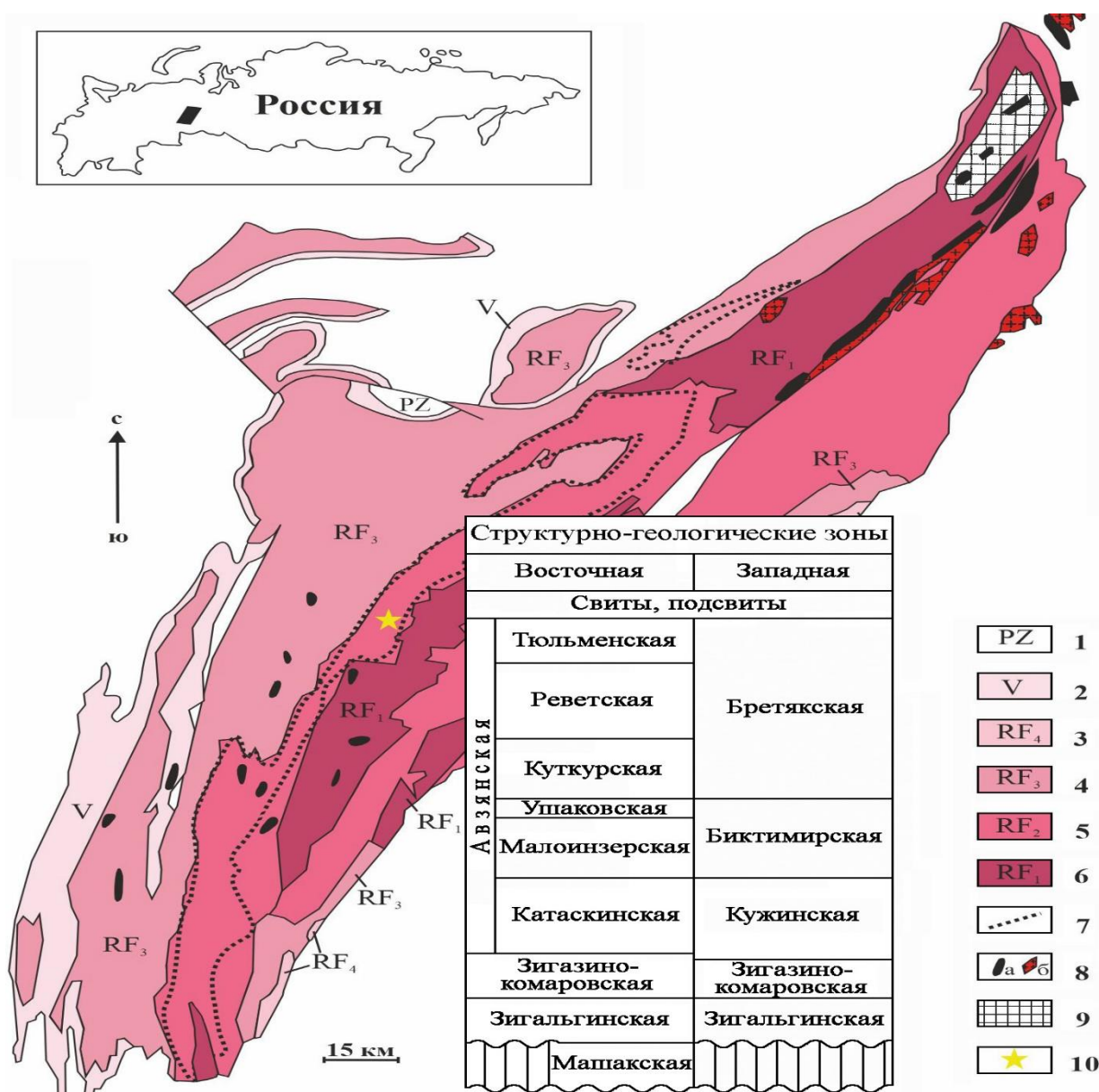


Рисунок 1 – Авзянская свита и положение типового разреза реветской подсвиты на схематической геологической карте Башкирского мегантиклинория, корреляция стратиграфических подразделений юрматинской серии среднего рифея, по [2, 7, 26] с дополнениями и изменениями

где: 1 – палеозой, 2 – венд, 3–6 – рифей: 3 – терминальный, 4 – верхний, 5 – средний, 6 – нижний, 7 – контур распространения неметаморфизованных отложений авзянской свиты, 8 – магматические породы: габродолериты (а) и граниты (б), 9 – тараташский метаморфический комплекс (AR–PR₁), 10 – положение стратотипического разреза реветской подсвиты авзянской свиты

Возрастной интервал отложений юрматиния составляет в 1400 – 1030 млн лет [26]. Для отложений авзянской свиты пока нет точного определения времени накопления, а имеющиеся датировки 1226 млн лет (К-Ar данные по глаукониту [10]) и ~1270 млн лет (данные хеомстратиграфии [20]) признаются не надежными [21, 27].

Авзянская свита расчленена на 6 подсвит (снизу вверх): катаскинскую, малоинзерскую, ушаковскую, куткурскую, реветскую и тюльменскую [10]. Катаскинская подсвита (мощность 200–600 м) сложена известняками, доломитами с прослоями и линзами строматолитов и с подчиненными прослоями низкоуглеродисто-глинистых сланцев и алевролитов, малоинзерская (150–250 м) – алевролитами, сланцами, песчаниками, содержащими прослой карбонатных пород со строматолитами, ушаковская (30–100 м) – доломитами и доломитизированными известняками с большим количеством строматолитов и микрофитолитов, куткурская (150–250 м) – пестроокрашенными сланцами с прослоями песчаников, реветская (400–500 м) – доломитами и доломитизированными известняками, содержащими строматолиты и микрофитолиты, с маломощными прослоями низкоуглеродисто-глинистых сланцев, реже песчаников и алевролитов, и редкими прослоями и линзами кремней, тюльменская (50–300 м) – алевролитами, песчаниками, сланцами и глинистыми доломитами.

В разрезе реветской подсвиты авзянской свиты на левом берегу р. Большой Авзян в пос. Верхний Авзян обнажаются серые, светло-, розовато- и желтовато-серые, тонко-, средне- и грубоплитчатые, тонко- и горизонтально-полосчатые, а также неясно- и волнисто-слоистые доломиты [7]. Нижняя и средняя части разреза представлены пачками переслаивания средне- и грубоплитчатых массивных доломитов, тонкоплитчатых доломитовых мергелей. В верхней части разреза в доломитах встречаются строматолиты. Иногда наблюдается их окремнение и перекристаллизация. Общая мощность разреза составляет около 250 м. По нашим данным [14, 15], доломиты характеризуются тонкокристаллической структурой, массивной текстурой, в них отмечается терригенная примесь зерен кварца и полевых шпатов до 5–10 об. %, наблюдаются редкие вкрапленники пирита, единичные слабо окварцованные прожилки, выполненные агрегатами мусковита и хлорита.

В стратиграфически вышележащих отложениях каратауской серии верхнего рифея базальной является зильмердакская свита, которая объединяет (снизу вверх) бирьянскую, нугушскую, лемезинскую и бедерышинскую подсвиты. Бирьянская подсвита является наиболее типичной для зильмердакской свиты и имеет преимущественное распространение среди других подсвит [10]. В ее составе преобладают полевошпат-кварцевые, аркозовые, субаркозовые и кварцевые разнотекстурные песчаники, местами переходящие в гравелиты и мелкогалечниковые конгломераты, иногда содержащие прослой и пачки алевролитов, аргиллитов, доломитов. Окраска пород желтовато-, светло-, розовато-серая, коричнево-красная различной густоты. Общая мощность отложений бирьянской подсвиты изменчива и составляет ~500–2000 м.

По данным В.И. Козлова [10], количество полевых шпатов, представленных плагиоклазом, микроклином и ортоклазом, в песчаниках

бирьянской подсвиты колеблется от 5 до 30 об. %. Иногда они имеют таблитчатую и призматическую формы. Согласно ранее проведенным петрографическим наблюдениям [10], в песчаниках подсвиты ортоклаз и микроклин присутствуют примерно в равных пропорциях, а плагиоклаз в большинстве случаев отмечается в единичных зернах, редко достигая 1–2 об. % от общего количества полевых шпатов. Обычно КПШ имеют розовую окраску, представлены хорошо- и угловато-окатанными зернами, размер которых, как правило, не превышает 5 мм, редко достигает 3 см [10, 28].

Геологическая характеристика типового разреза реветской подсвиты. Стратотипическим для авзянской свиты является разрез по левому берегу р. Большой Авзян в пос. Верхний Авзян, однако в нем реветская подсвита обнажена неполностью, отдельными фрагментами, поэтому в качестве ее типового разреза рассматриваются отложения по левому берегу р. Малый Инзер в окрестностях д. Реветь [10]. Этот разрез расположен в центральной части Башкирского мегантиклинория, в инзерском синклинии (см. рис. 1). Здесь в левом борту долины р. Малый Инзер выше и ниже устья р. Реветь вскрывается разрез, в котором стратиграфически снизу вверх наращаются отложения ушаковской, куткурской, реветской подсвит авзянской свиты и далее через задернованный и закрытый осыпью интервал бирьянской и нугушской подсвит зильмердакской свиты. Наиболее подробное описание разреза опубликовано в работе [29], которое принято в настоящей статье (рис. 2) и ниже приводится с небольшими сокращениями.

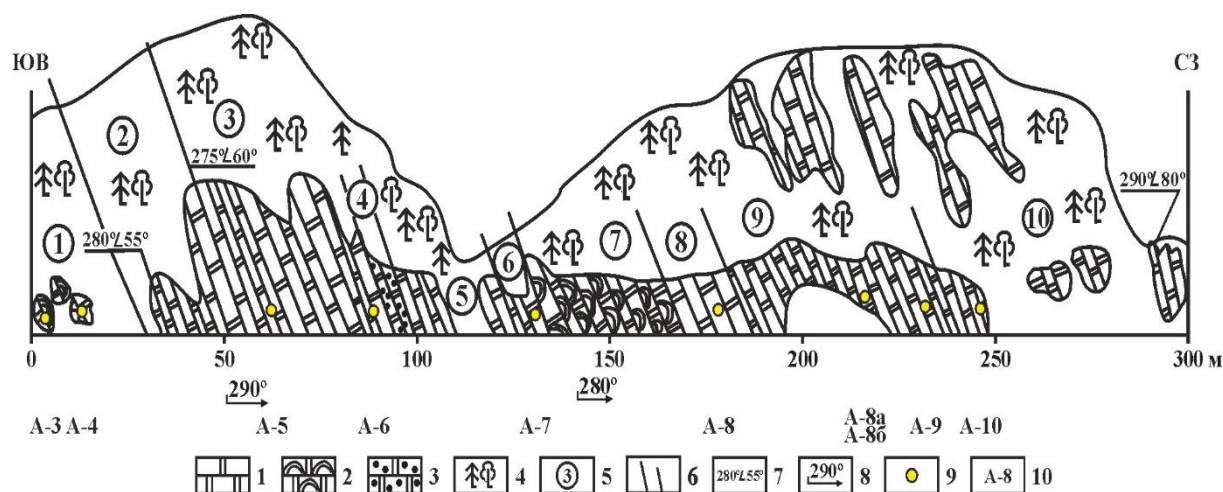


Рисунок 2 – Типовой разрез реветской подсвиты авзянской свиты на левом берегу р. Малый Инзер в окрестностях д. Реветь, по [29] с небольшими дополнениями и изменениями

где: 1 – доломиты, 2 – строматолитовые доломиты, 3 – доломиты с остроугольными пустотами выщелачивания (кавернами), 4 – задернованные и закрытые интервалы, 5 – номера слоев, 6 – границы слоев, 7 – элементы залегания пород, 8 – направление маршрута, 9 – места отбора образцов, 10 – номера образцов

Отложения реветской подсвиты указанными авторами разделены на 10 следующих слоев (снизу вверх).

1. Розовато-серые среднеплитчатые доломиты с редкими постройками строматолитов. Мощность 18–20 м.

2. Розовато- и коричневатого-серые плитчатые, но чаще комковатые, тонко- и неравномернозернистые доломиты с прожилками вторичного светло-розового карбоната, отдельными интервалами псевдобрекчированные. Мощность 33 м.

3. Серые со слабым розоватым оттенком крупно- и грубоплитчатые массивные мелкозернистые доломиты с тонкими трещинками, залеченными вторичным карбонатом, и редкими небольшими кавернами выщелачивания. Мощность 23 м.

4. Серые и светло-серые тонкокристаллические средне- и грубоплитчатые доломиты с многочисленными пустотами выщелачивания треугольной, ромбической и многоугольной форм, инкрустированные вторичным карбонатом и редко выполненные охристой массой. Количество каверн варьирует, но в среднем составляет около 10 об. %. Мощность 2.7 м.

5. Среднеплитчатые серые иногда со слабым розоватым оттенком комковатые тонкозернистые доломиты. Мощность 23 м.

6. Среднеплитчатые тонкозернистые массивные серые и светло-серые доломиты с маломощными (30–50 см) интервалами комковатых разностей. Мощность 7.5 м.

7. Строматолитовые крупно- и грубоплитчатые доломиты и их водорослево-слоистые разности. Мощность 27 м.

8. Средне- и крупноплитчатые массивные доломиты тонкозернистые, кремово-серые и серые с неравномерным распределением темных и светлых участков. Мощность 18 м.

9. Неравномерное чередование тонкозернистых неслоистых желтовато-серых и светлых кремово-желтых среднеплитчатых доломитов с прослоями мощностью не более 60–80 см тонкоплитчатых тонко-, горизонтальнослоистых доломитов, вероятно, слабо окремненных. Мощность 52 м.

10. Среднеплитчатые розовато-серые тонкозернистые доломиты комковатые с редкими микропакетами мощностью в первые десятки см тонкоплитчатых более глинистых разностей. Мощность 38 м.

Общая мощность реветской подсвиты в типовом разрезе на р. Малый Инзер составляет около 240–245 м (см. рис. 2).

Методы исследования. Для исследования из различных слоев реветской подсвиты отобрано 10 образцов доломитов (см. рис. 2), в которых определено содержание петрогенных оксидов и элементов на рентгенофлуоресцентных спектрометрах: волновом VRA-30 (Германия) (W-анод, 40 кВ, 30 мА), энергодисперсионном X-Calibur (Xenometrix LTD, Израиль) (Ag-анод, 15–50 кВ, 60–1000 мА). Калибровочные графики построены по государственным

стандартным образцам известняков (КН, КН-2, КН-3, ОСО № 469-11), доломитизированных известняков (СИ-2) и доломитов (СИ-1, СИ-3). Истертые пробы весом 5 г со связующим веществом (5 капель ПВС-8) прессовались при давлении 25–27 т/см² на подложке из борной кислоты. Предел обнаружения для петрогенных оксидов составлял 0.01–0.2 мас. %, элементов – 5–10 г/т.

Содержания Fe²⁺ в доломитах установлены объемным бихроматным титриметрическим методом. Для контроля использован государственный стандартный образец доломита СИ-3. Предел обнаружения Fe²⁺ составлял 0.1–0.2 мас. %.

Нерастворимые минеральные остатки (НМО) в 5 образцах доломитов (А-4, А-7, А-8а, А-8б, А-9) изучены инфракрасной спектроскопией на ИК-Фурье-спектрометре i-Red7800u-L (SILab, Китай) в режиме диффузного отражения в интервале частот 350–4000 см⁻¹ с разрешением 4 см⁻¹ и усилением сигнала 4. Для получения НМО в 10 г хорошо истертых образцов добавляли 10% HCl. После растворения карбонатной части пробы промывали дистиллированной водой. Полученные остатки сушили при ~100°C. Навеска НМО для снятия ИК-спектра составляла 2 мг, которую смешивали со 198 мг KBr и прессовали гидравлическим прессом «Press 15».

Результаты исследований. *Геохимические особенности пород и их минералогический состав.* Химический состав, содержание редких элементов и рассчитанные минералогический состав пород типового разреза реветской подсвиты и доля КППШ в их обломочной фракции приводятся в таблице 1.

Проанализированные породы за исключением их основных пороодообразующих оксидов CaO и MgO характеризуются сравнительно низкими содержаниями других петрогенных элементов, из которых наиболее высокие усредненные концентрации фиксируются (в мас. %) для SiO₂ (6.31 ± 2.82), Al₂O₃ (0.80 ± 0.39), Fe₂O₃ (0.51 ± 0.26) и K₂O (0.57 ± 0.52) (см. табл. 1). Из редких элементов в породах устанавливаются выше кларковые (по [30]) в 6–8 раз средние содержания Ba и Rb, примерно в 2 раза – Zr и Cu. Остальные элементы находятся или на уровне кларка (Cr), или гораздо ниже (Sr, Zn, Ni).

По стехиометрическим составам доломита и кальцита в породах типового разреза реветской подсвиты по количеству CaO, MgO и ППП рассчитано содержание этих карбонатных минералов. Установлено, что среднее количество доломита в породах составляет 87.2 ± 8.4 мас. %, кальцита – 4.2 ± 4.5 мас. % (см. табл. 1). По классификации Л.В. Анфимова [6], большинство пород разреза относятся к доломитам кальцитоносным с содержанием кальцита менее 5 мас. % (обр. А-3, А-5–А-8, А-9, А-10). Также встречаются доломиты низкокальцитовые (обр. А-4, А-8б), в которых кальцит находится на уровне 5–10 мас. %. Только один образец 8-а в разрезе имеет состав доломита кальцитового с концентрацией CaCO₃ 15.1 мас. %.

Таблица 1 – Химический состав (мас. %), содержание редких элементов (г/т), минералогический состав (мас.%) пород типового разреза реветской подсвиты и доля КППШ (отн. %) в их обломочной фракции

Оксид, элемент, минерал	Номера слоев и образцов									
	Слой 1	Слой 2	Слой 3		Слой 6	Слой 8	Слой 9			Слой 10
	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-8a	A-8b	A-9	A-10
SiO ₂	4.41	7.46	3.65	3.91	6.89	4.26	8.82	12.50	6.97	4.24
TiO ₂	0.02	0.02	0.02	0.02	0.06	0.03	0.05	0.11	0.02	0.01
Al ₂ O ₃	0.75	0.73	0.54	0.59	0.75	0.58	1.23	1.71	0.78	0.34
Fe ₂ O ₃	0.73	0.79	0.56	0.62	0.36	0.10	0.65	0.76	0.44	0.07
FeO	0.54	0.51	0.39	0.43	0.41	0.47	0.29	0.31	0.43	0.40
MnO	0.10	0.11	0.07	0.08	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
MgO	19.55	17.93	20.36	19.17	18.59	19.51	15.21	15.56	18.80	19.81
CaO	28.91	29.36	30.50	29.67	28.19	29.24	29.65	26.46	28.13	30.38
Na ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02
K ₂ O	0.10	0.50	0.05	0.14	0.76	0.42	1.08	1.71	0.78	0.21
P ₂ O ₅	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.03	0.02
SO ₃	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.05
ППП	45.06	42.94	45.39	45.05	43.10	44.20	41.24	38.65	42.64	45.16
Сумма	100.25	100.42	101.61	99.78	99.22	98.94	98.34	97.88	99.12	100.75
Cr	9	15	7	16	10	10	<5	22	12	10
Ni	10	<10	<5	<5	<5	<10	10	14	10	13
Cu	6	11	8	5	<5	8	12	10	8	<5
Zn	22	<10	18	18	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Rb	12	20	11	12	19	17	21	34	20	7
Sr	50	30	44	54	54	55	40	45	55	74
Zr	41	44	40	43	44	44	51	69	46	40
Ba	70	108	37	67	90	80	142	110	90	46
Al ₂ O ₃ /K ₂ O	7.5	1.5	10.1	4.3	1.0	1.4	1.1	1.0	1.0	1.6
доломит	93.1	85.5	96.0	90.7	87.7	92.3	71.5	73.2	88.8	93.3
кальцит	1.2	5.4	0.6	3.8	2.7	1.2	15.1	7.9	1.3	2.5
кварц	4.0	5.5	3.5	3.4	4.0	2.7	4.7	6.0	4.0	3.5
КППШ	0.6	2.9	0.3	0.8	4.5	2.5	6.4	10.1	4.6	1.2
доля КППШ	12.7	34.7	8.4	19.4	52.8	48.4	57.4	62.8	53.8	26.1

Примечание. ППП – потери после прокаливании.

ИК-спектроскопия НМО доломитов. Результаты исследования показаны на рисунке 3 а. Полоса поглощения ассиметричной связи $\nu_{as}(\text{Si}-\text{O}-\text{Si})$ наблюдается в области 1163 см^{-1} , что связано с присутствием в образцах кварца. Кроме того, валентные симметричные колебания этого минерала представлены одиночной полосой 695 см^{-1} . В области ниже 500 см^{-1} проявляются полосы смешанных деформационных колебаний $\delta(\text{O}-\text{Si}(\text{Al})-\text{O})$ и $\delta(\text{O}-\text{Si}-\text{O})$. Вместе с тем в области $790-720 \text{ см}^{-1}$ наблюдаются две полосы, характерные для эталонного микроклина. По полученным данным видно, что состав НМО доломитов реветской подсвиты представлен калиевым полевым шпатом и кварцем примерно в одинаковых пропорциях.

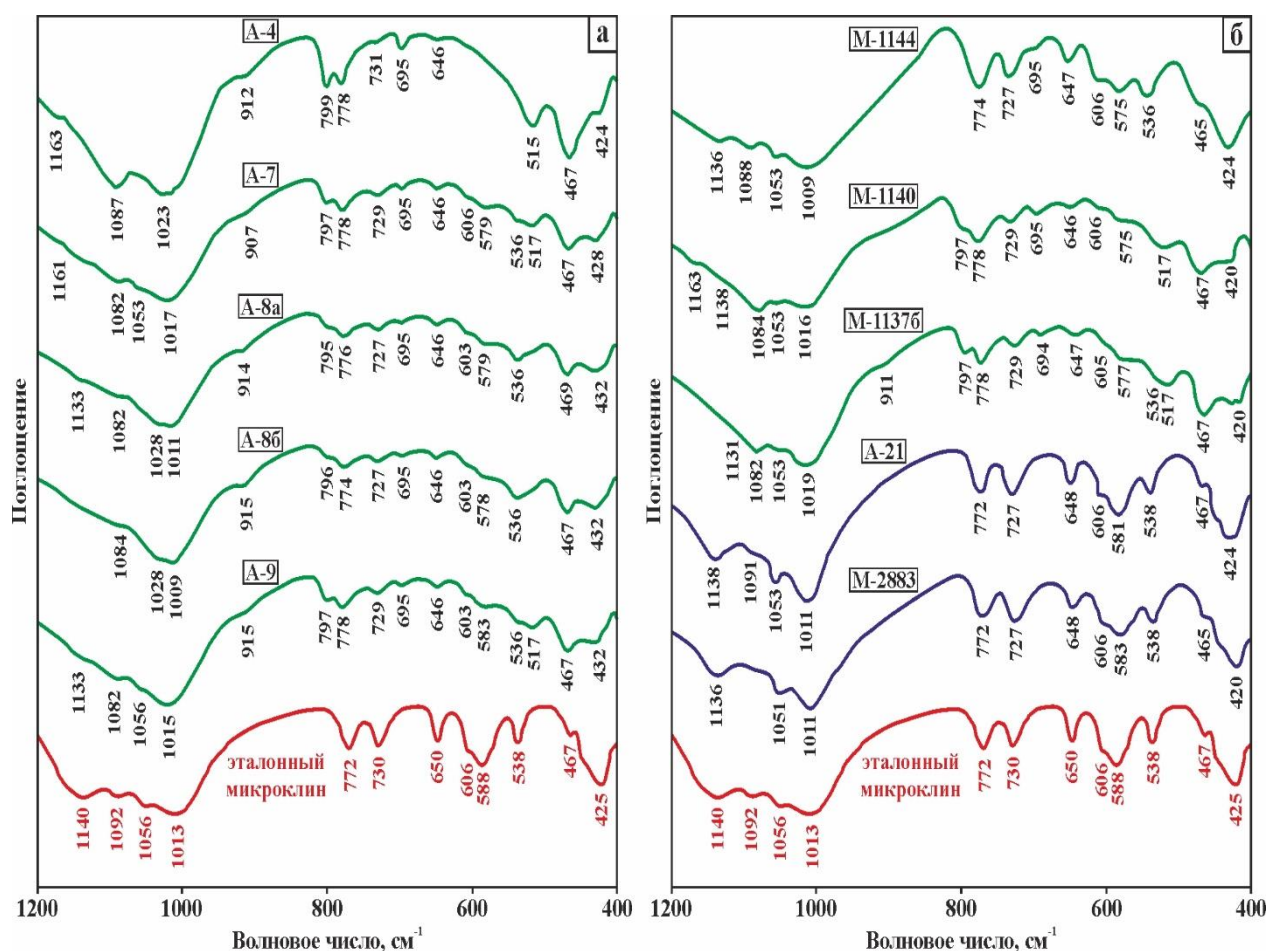


Рисунок 3 – ИК-спектры НМО доломитов реветской подсвиты авзянской свиты (выделены зеленым цветом: а – обр. А-4, А-7–А-9; б – М-1137б, М-1140, М-1144), КПШ из песчаников бирьянской подсвиты зильмердакской свиты (показаны синим цветом: б – А-21, М-2883) и эталонного микроклина (обозначен красным цветом, по [31])

Обсуждение результатов. *Минералогические и геохимические особенности.* Соотношение $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}$ в доломитах с высоким содержанием K_2O (в 2–6 раз выше кларка, обр. А-4, А-7–А-10) имеет низкие значения и варьирует в узком диапазоне от 1.0 до 1.6 (см. табл. 1). Это говорит о том, что в породах главным К-содержащим минералом является КПШ, в котором это отношение составляет около 1.1. В остальных образцах (обр. А-3, А-5, А-6) на фоне очень низких концентраций K_2O от 0.05 до 0.14 мас. % отношение $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}$ сильно колеблется от 4.3 до 10.1, что указывает на незначительную акцессорную примесь в этих доломитах мусковита или гидромусковита, в которых $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}$ приблизительно равно 3.3 и 4.2–16.5 соответственно.

В доломитах типового разреза реветской подсвиты среднее содержание КПШ составляет 3.4 ± 3.1 мас. %, среднее количество этого минерала в обломочной фракции – 37.6 ± 19.9 отн. % (см. табл. 1). В доломитах концентрации K_2O и КПШ одинаково обладают наиболее сильными

положительными коэффициентами корреляции с содержаниями (по мере уменьшения геохимических связей): SiO_2 ($K_{\text{корр}} = 0.97$), Rb (0.94) Al_2O_3 (0.91), TiO_2 (0.88), Ba (0.76), слабыми – с Cu (0.52), Na_2O (0.49), Cr (0.29), Fe_2O_3 (0.28), Ni (0.25). Это говорит о том, что все эти элементы, за исключением Ti, который в данном случае, вероятно, имеет с K_2O парагенетическую связь, входят в структуру КПШ. К типичным изоморфным примесям этого минерала относятся Ba и Rb [32, 33], а Cr, Cu и Ni могут встречаться в нем до 10–60 г/т [34, 35]. В отложениях авзянской свиты Н.Н. Ларионовым [9] указывается на геохимические связи КПШ с Ba, Cu, Zn, Pb.

Расчет, основанный на допущении, что установленные общие содержания Ba и Rb в валовых пробах доломитов реветской подсвиты входят лишь в структуру КПШ, дает значения этих элементов 0.24 ± 0.07 и 0.05 ± 0.01 мас. % соответственно. При этом, чтобы минимизировать ошибки, для количественной оценки взяты образцы только с содержанием КПШ в породах больше 2.5 мас. % (см. табл. 1). Следует отметить, что выполненный на аналогичном допущении расчет по опубликованным ранее данным [28] для 48 образцов песчаников и гравелитов бирьянской подсвиты зильмердакской свиты показывает абсолютно сходные расчетные содержания Ba и Rb в обломочных КПШ: соответственно 0.24 ± 0.04 и 0.05 ± 0.01 мас. %. Геохимические особенности КПШ могут отражать их разные геохимические типы в породах определенного происхождения и использоваться для установления источников сноса [36]. КПШ, образовавшиеся в магматических или метаморфических породах и затем поступившие в составе кластики в осадочные породы, характеризуются, как правило, содержаниями (в мас. %) CaO и/или Na_2O , Fe до 0.5, Ba до 1.5, иногда Sr [33, 37]. Таким образом, сходные геохимические особенности обломочных КПШ в разных литологических типах пород, доломитов из реветской подсвиты и аркозовых песчаников, гравелитов из бирьянской подсвиты свидетельствуют вероятнее всего о едином источнике кластики в конце юрматиния – начале каратавия.

Важно также отметить то, что в изученном разрезе снизу вверх по стратиграфии по мере приближения к отложениям бирьянской подсвиты в реветской подсвите наблюдается выраженное увеличение в доломитах как количественного содержания КПШ до ~6–10 мас. %, так и их относительной доли в обломочной фракции до ~48–63 отн. % (см. табл. 1, рис. 4). Данные о содержаниях КПШ до ~10 мас. % в доломитах реветской подсвиты приводятся также Н.Н. Ларионовым [9]. С точки зрения одной и той же питающей провинции в реветское и бирьянское время это показывают постепенное увеличение ее роли к началу каратавия.

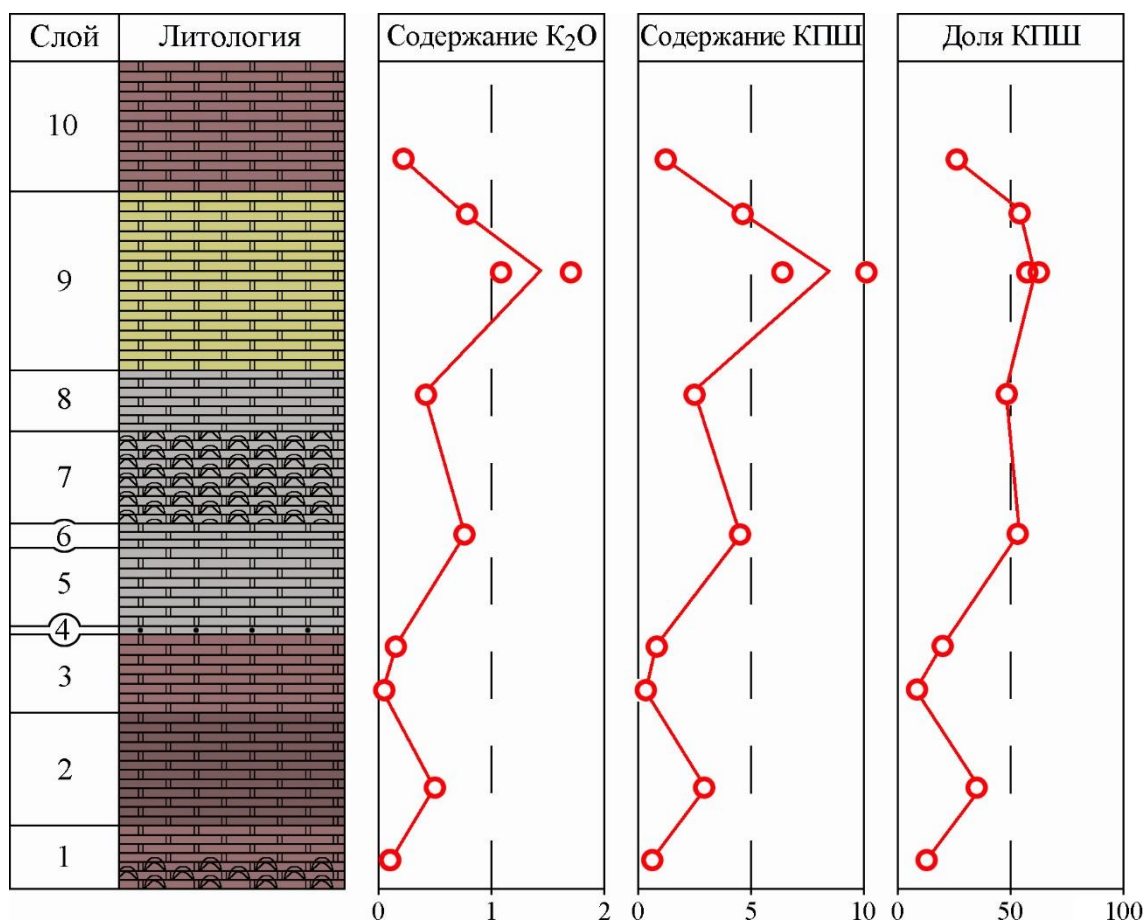


Рисунок 4 – Вариации содержаний K_2O и КПШ (мас. %) и относительной доли КПШ (отн. %) в детритовой фракции доломитов по стратиграфии в типовом разрезе реветской подсвиты авзянской свиты

Структурная упорядоченность КПШ. Полевые шпаты образуют одну из наиболее распространенных групп каркасных силикатов, которые определяются как трехмерные кристаллические структуры. Основным строительным блоком в каркасе из алюмо-кремнекислородных тетраэдров являются четверные кольца из SiO_4^{4-} и AlO_4^{5-} тетраэдров, соединяющихся в цепочки [38]. Центры этих колец, занятые катионами Si^{4+} и Al^{3+} , в общем случае имеют структурно различные позиции. Для нейтрализации отрицательного заряда каркаса, возникающего при замене Si^{4+} на Al^{3+} , полости между полиэдрами дополнительно заполняются молекулами воды и/или одно- или двухвалентными катионами (Na, K, Ca, Ba).

Полевые шпаты классифицируются по химическому составу, кристаллической структуре и Si/Al-упорядоченности. Общей чертой их строения является полное вхождение Al в состав сложного аниона, который содержит лишь связи (Si, Al) – O – (Si, Al) и не имеет так называемых концевых связей (Si, Al) – O– [38]. Распределение Al и Si в полевых шпатах в тетраэдрических позициях может быть как упорядоченным, так и неупорядоченным [39]. С помощью инфракрасных колебательных спектров можно определить эти

состояния [40]. Изоморфные замещения в катионных позициях влияют на положение полос колебаний сложных анионов. Катионная упорядоченность, приводящая к понижению симметрии кристалла, отражается на числе полос в инфракрасном спектре и может быть исследована этим методом [31, 41, 42].

КПШ кристаллизуются в моноклинной (ортоклаз, санидин) или триклинной (микроклин) сингониях. Они также характеризуются разной степенью Si/Al-, которую наряду с рентгенографическими исследованиями можно определить по результатам изучения ИК-спектроскопии [39, 41–44].

Полученные нами данные (см. рис. 3 а) дают возможность охарактеризовать проявления симметричных валентных колебаний $\nu_s(\text{Si-O-Si})$ в области $800\text{--}500\text{ см}^{-1}$, которая наиболее чувствительна к распределению Si/Al [40–42]. Спектры низкотемпературного альбита и ортоклаза в этой области содержат восемь полос, спектры санидина и высокотемпературного альбита – шесть, причем основные различия проявляются в интервале $790\text{--}720\text{ см}^{-1}$. В структурах с упорядоченным распределением Si и Al (низкий альбит, ортоклаз) наблюдаются четыре полосы, а в неупорядоченных полевых шпатах всего две [31]. Исключением является спектр микроклина, в котором в области $790\text{--}720\text{ см}^{-1}$ наблюдаются лишь две полосы, несмотря на упорядоченное расположение Si и Al. Как видно из представленных результатов (см. рис. 3 а), ИК-спектры НМО доломитов реветской подсвиты хорошо соответствуют спектру микроклина.

Степень Si/Al-упорядоченности в КПШ проявляется на положении максимумов полос поглощения в областях $600\text{--}650\text{ см}^{-1}$ (ν_1) и $500\text{--}550\text{ см}^{-1}$ (ν_2). Согласно литературным данным [40–43] степень ИК-упорядоченности КПШ можно определить по формуле $Q = 0.05(\Delta\nu - 90)$. Величина $\Delta\nu$ определяется как разность волновых чисел максимумов поглощения $650\text{--}600\text{ см}^{-1}$ (ν_1) и $550\text{--}500\text{ см}^{-1}$ (ν_2). Величина Q составляет 0.8–1.0 для микроклинов, 0.1–0.8 – для ортоклазов, 0.0–0.1 – для санидинов. Этот метод основан на ряде допущений и считается [44], что он пока еще не вышел за рамки полуколичественной оценки структурного состояния полевых шпатов. Согласно данным работы [41] на практике получаемое значение со спектрограммы отдельных образцов может превышать единицу. Однако для определения упорядоченности КПШ этот метод хорошо согласуется с результатами рентгенофазового анализа и успешно применяется на геологических объектах [43].

По результатам исследований рассчитанная величина Q детритовых КПШ из доломитов типового разреза реветской подсвиты стабильно равна 1.0. Это подтверждает полученные нами ранее данные как для КПШ из НМО доломитов реветской подсвиты в разрезе на левом берегу р. Большой Авзян в пос. Верхний Авзян, так и для КПШ из песчаников бирьянской подсвиты (см. рис. 3 б), в которых величина Q равна 1.0–1.05 и 1.0 соответственно [23, 24]. Таким образом, полученные нами ранее и в настоящей работе результаты свидетельствуют о том, что в осадочных породах обоих стратиграфических уровней на границе между

юрматинием и каратавием детритовые КППШ представлены преимущественно сходными максимально упорядоченными микроклинами. Это косвенно может указывать на неизменность состава источников сноса конца юрматиния – начала кататавия и на небольшую длительность существовавшего перерыва в осадконакоплении между отложениями этих серий.

Ранее установлено, что по большинству индикаторных геохимических отношений тонкозернистые обломочные породы авзянской свиты среднего рифея и бирьянской подсвиты зильмердакской свиты верхнего рифея в существенной степени сопоставимы [22]. По мнению названного исследователя, это либо указывает на неизменность состава палеоводосборов на протяжении более четверти миллиарда лет, либо предполагает, что длительность предпозднерифейского перерыва в осадконакоплении была не слишком велика. Как считает указанный автор, о последнем косвенно свидетельствует тот факт, что предзильмердакский размыв не затронул разные уровни авзянской свиты, а ограничился, по всей видимости, только самой верхней ее тюльменской подсвитой [7].

Заключение. Проведенные исследования доломитов реветской подсвиты авзянской свиты в типовом разрезе на левом берегу р. Малый Инзер в окрестностях д. Реветь позволяют сделать следующие выводы.

Подавляющее большинство пород типового разреза относятся к доломитам кальцитоносным с содержанием кальцита менее 5 мас. %, в меньшей степени к доломитам низкокальцитовым, в которых CaCO_3 находится на уровне 5–10 мас. %. Главным К-содержащим минералом в них является КППШ, в качестве незначительной акцессорной примеси встречается мусковит или гидромусковит. Среднее количество доломита в породах составляет 87.2 ± 8.4 мас. %, кальцита – 4.2 ± 4.5 мас. %. Наиболее высокие средние концентрации в породах фиксируются (в мас. %) для SiO_2 (6.31 ± 2.82), Al_2O_3 (0.80 ± 0.39), Fe_2O_3 (0.51 ± 0.26) и K_2O (0.57 ± 0.52), устанавливаются выше кларковые в 6–8 раз средние содержания Ва и Rb, примерно в 2 раза – Zr и Cu. Другие некоторые редкие элементы находятся или на уровне кларка (Cr), или гораздо ниже (Sr, Zn, Ni).

Среднее содержание КППШ в породах составляет 3.4 ± 3.1 мас. %, среднее количество этого минерала в НМО – 37.6 ± 19.9 отн. %. Концентрации K_2O и КППШ одинаково обладают наиболее сильными положительными коэффициентами корреляции с содержаниями SiO_2 ($K_{\text{корр}} = 0.97$), Rb (0.94) Al_2O_3 (0.91), TiO_2 (0.88), Ва (0.76), слабыми – с Cu (0.52), Na_2O (0.49), Cr (0.29), Fe_2O_3 (0.28), Ni (0.25). Расчет, основанный на допущении, что установленные общие содержания Ва и Rb в валовых пробах доломитов реветской подсвиты входят лишь в структуру КППШ, дает значения этих элементов 0.24 ± 0.07 и 0.05 ± 0.01 мас. % соответственно. Эти величины абсолютно сходны с расчетными содержаниями Ва и Rb в детритовых КППШ из аркозовых песчаников и гравелитов бирьянской подсвиты зильмердакской свиты: соответственно $0.24 \pm$

0.04 и 0.05 ± 0.01 мас. %. Кроме того, стратиграфически по мере приближения к отложениям бирьянской подсвиты в реветской подсвите наблюдается выраженное увеличение в доломитах как количественного содержания КППШ до ~6–10 мас. %, так и их относительной доли в составе НМО до ~48–63 отн. %. Все эти минералогические и геохимические данные свидетельствуют, вероятнее всего, о единой питающей провинции в реветское и бирьянское время, роль которой увеличивалась постепенно.

По результатам ИК-спектроскопии рассчитанная величина Q детритовых КППШ из доломитов типового разреза реветской подсвиты стабильно равна 1.0. Это подтверждает полученные нами ранее данные как для КППШ из НМО доломитов реветской подсвиты в разрезе на левом берегу р. Большой Авзян в пос. Верхний Авзян, так и для КППШ из аркозовых песчаников бирьянской подсвиты. Таким образом, полученные нами ранее и в настоящей работе результаты свидетельствуют о том, что в осадочных породах обоих стратиграфических уровней на границе между юрматинием и каратавием детритовые КППШ представлены преимущественно сходными максимально упорядоченными микроклинами. Вместе с ранее установленным предшественниками сходством лито- и геохимических характеристик тонкозернистых пород среднего и верхнего рифея это в большей степени указывает на неизменность состава источников сноса с конца юрматиния до начала каратавия и на небольшую длительность существовавшего перерыва в осадконакоплении между отложениями этих серий. Полученные данные в настоящей статье противоречат точке зрения о том, что предзильмердакский перерыв в осадконакоплении мог привести к существенному изменению состава питающих провинций.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках Государственного задания ИГ УФИЦ РАН № FMRS-2025-0017.

Funding. The research was carried out on the subject № FMRS-2025-0017 of the state task to the Institute of Geology UFRC RAS.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гареев Э.З., Веретенникова Т.Ю. Петрохимия и геохимия глинисто-карбонатных пород стратотипического разреза авзянской свиты на Южном Урале // Микроэлементы в магматических, метаморфических и рудных формациях Урала. Уфа: БФАН СССР, 1987. С. 61–68.
2. Ларионов Н.Н. Геология и рудоносность авзянской терригенно-карбонатной формации среднего рифея на Южном Урале: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1994. 19 с.
3. Ларионов Н.Н. Среднерифейские отложения Западно-Башкирской структурно-геологической зоны и перспективы их рудоносности // Материалы

Республиканской научно-практической конференции. Уфа, 5–6 апреля 2002 года. Уфа: Тау, 2002. С. 592–600.

4. Ларионов Н.Н. Литолого-фациальная характеристика авзянской терригенно-карбонатной рудоносной формации на Южном Урале // Естественные и математические науки в современном мире. Сборник статей по материалам XXIX международной научно-практической конференции. № 4 (28). Новосибирск: СибАК, 2015. С. 186–196.

5. Ларионов Н.Н. Рудоносность авзянской терригенно-карбонатной формации // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий. Материалы 11-й Межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 65-летию Института геологии УНЦ РАН, Уфа, 17–19 мая 2016 г. Уфа: ДизайнПресс, 2016. С. 140–142.

6. Анфимов Л.В. Литогенез в рифейских осадочных толщах Башкирского мегантиклинория (Ю. Урал). Екатеринбург: УрО РАН, 1997. 289 с.

7. Маслов А.В., Анфимов Л.В. Авзянская рудоносная свита среднего рифея Южного Урала (литостратиграфия, условия образования, минералогия). Екатеринбург: УрО РАН. 2000. 132 с.

8. Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э.З., Анфимов Л.В. Рифей западного склона Южного Урала (классические разрезы, седименто- и литогенез, минералогия, геологические памятники природы). Том I. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2001а. 351 с.

9. Салихов Д.Н., Ковалев С.Г., Ларионов Н.Н., Беликова Г.И. Полезные ископаемые Республики Башкортостан (железные руды). Уфа: Гилем, 2008. 148 с.

10. Стратотип рифея. Стратиграфия. Геохронология. // Труды ГИН АН СССР. Вып. 377. М.: Наука, 1983. 183 с.

11. Беккер Ю.Р. Силициты рифея (этапы, особенности, кремнистые пояса и нефтегазоносность) // Региональная геология и металлогения. 2015. № 64. С. 28–40.

12. Крупенин М.Т., Мичурин С.В., Гуляева Т.Я., Юлдашбаева В.Ф. Анкеритовые метасоматиты в карбонатных отложениях авзянской свиты среднего рифея: минералогия и геохимия // Ежегодник-2018. Труды ИГГ УрО РАН. 2019. Вып. 166. С. 59–67.

13. Мичурин С.В., Крупенин М.Т., Шиянова Е.О., Савельев Д.Е., Горожанин В.М., Дуб С.А., Казбулатова Г.М., Шарипова А.А., Ахмедова Р.Р. Разрез тюльменской подсвиты авзянской свиты среднего рифея (хр. Белягуш, Южный Урал): геология, стратиграфия, магматические образования // Геологический вестник. 2022. №3. С. 16–33. DOI: 10.31084/2619-0087/2022-3-2

14. Ахмедова Р.Р., Мичурин С.В., Шиянова Е.О., Сергеева Н.Д., Шарипова А.А. Кристаллохимические, минералогические и геохимические особенности доломитов авзянской свиты среднего рифея (Южный Урал) // Вестник

Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2023. № 3. С. 40–56. DOI: 10.17308/geology/1609-0691/2023/3/40–56

15. Akhmedova R.R., Michurin S.V., Shiyanova E.O., Sergeeva N.D., Sharipova A.A. Crystal chemical, mineralogical, and geochemical features of dolomites of the Middle Riphean Avzyan Formation (Southern Urals) // *Lithology and Mineral Resources*. 2024. V. 59 (6). P. 691–705. DOI: 10.1134/S0024490224700706

16. Крупенин М.Т. Магнезиально-железистые карбонатные руды в рифейских отложениях Башкирского мегантиклинория (источники вещества, этапы и механизмы образования): автореф. дис... д-ра геол.-мин. наук. Новосибирск, 2025. 46 с.

17. Султанова А.Г., Мичурин С.В. Некоторые вопросы геохимии лития и его распределение в рифейских породах Южного Урала // *Геологический вестник*. 2024. № 2. С. 65–80. DOI: 10.31084/2619-0087/2024-2-6

18. Michurin S.V., Kazbulatova G.M., Biktimerova Z.R. Lithium distribution in Proterozoic sedimentary rocks of the Southern Urals // *The Open Chemical Engineering Journal*. 2025. V. 19. e18741231434608. DOI: 10.2174/0118741231434608251024043309

19. Мичурин С.В., Марданшина Р.Р. Минералогические и геохимические характеристики известняков среднего и верхнего рифея (Южный Урал) // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология*. 2026. № 1. С. 58–72. DOI: 10.17308/geology/1609-0691/2026/1/00–00

20. Bartley J.K., Khan L.C., McWilliams J.L., Stagner A.F. Carbon isotope chemostratigraphy of the Middle Riphean type section (Avzyan Formation, Southern Urals, Russia): Signal recovery in a fold-and-thrust belt // *Chemical Geology*. 2007. V. 273. P. 211–232. DOI: 10.1016/j.chemgeo.2006.06.018

21. Маслов А.В. Башкирский мегантиклинорий: позднерифейско-вендские перерывы и возможные трансформации систем питания бассейна // *Литосфера*. 2020. Т. 20(4). С. 455–470. DOI: 10.24930/1681-9004-2020-20-4-455-470

22. Маслов А.В. Граница юрматиния и каратавия в стратотипе рифея: сопоставление геохимических особенностей глинистых пород авзянской свиты и бирьянской подсвиты зильмердакской свиты // *Геологический вестник*. 2023. №3. С. 3–12. DOI: 10.31084/2619-0087/2023-3-1

23. Ахмедова Р.Р., Мичурин С.В. Калиевые полевые шпаты бирьянской подсвиты зильмердакской свиты верхнего рифея (Южный Урал): данные ИК-спектроскопии // *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий. Материалы 15-й Межрегиональной научно-практической конференции, Уфа, 14–17 мая 2024 г.* Москва: Издательство «Перо», 2024а. С. 23–25.

24. Ахмедова Р.Р., Мичурин С.В. Калиевые полевые шпаты по данным ИК-спектроскопии в реветской подсвите авзянской свиты среднего рифея (Авзянский разрез, Южный Урал) // *Минералы и минералообразование в*

природных и техногенных процессах. Материалы Всероссийской конференции, посвященной 55-летию Башкирского отделения РМО. 2024б. С. 7–11.

25. Мичурин С.В., Дуб С.А. Калиевые полевые шпаты укской свиты (верхний рифей, Южный Урал): минералогические, геохимические и кристаллохимические характеристики // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2026. (в печати).

26. Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Краснобаев А.А. Стратиграфическая схема стратотипа рифея Южного Урала // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ. 2017. № 23. С. 3–26.

27. Дуб С.А. Верхнерифейско-вендские отложения Башкирского мегантиклинория Южного Урала: состояние изученности и стратиграфическое расчленение // Геология и геофизика. 2021. Т. 62. № 11. С. 1511–1530.

28. Мичурин С.В., Казбулатова Г.М., Самигуллин А.А., Шарипова А.А. Геохимические особенности бирьянской подсвиты зильмердакской свиты верхнего рифея в связи с вопросами рудогенеза (хр. Зильмердак, Южный Урал) // Геологический вестник. 2023. № 3. С. 13–25. DOI: 10.31084/2619-0087/2023-3-2

29. Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э.З., Анфимов Л.В. Рифей западного склона Южного Урала (классические разрезы, седименто- и литогенез, минералогия, геологические памятники природы). Том III. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2001б. 130 с.

30. Turekian K.K., Wedepohl K.H. Distribution of the Elements in Some Major Units of the Earth's Crust // Geological Society of America Bulletin. 1961. V. 72. P. 175–192.

31. Куражковская В.С., Боровикова Е.Ю. Инфракрасная и мессбауэровская спектроскопия кристаллов. Учебное пособие. М.: Геологический факультет, 2008. 101 с.

32. Афолина Г.Г., Макагон В.М., Шмакин Б.М. Барий- и рубидийсодержащие калиевые полевые шпаты. Новосибирск: Наука, 1978. 111 с.

33. Trevena A.S., Nash W.P. An electron microprobe study of detrital feldspar // Journal of Sedimentary Petrology. 1981. V. 51. P. 137–149. DOI: 10.1306/212F7C2F-2B24-11D7-8648000102C1865D

34. Alfonso P., Melgarejo J.C. Geochemistry of feldspars and muscovite in granitic pegmatite from the Cap de Creus field, Catalonia, Spain // The Canadian Mineralogist. 2003. V. 41. P. 103–116.

35. Morozova L., Zozulya D., Selivanova E., Serov P., Bazai A. Distribution of Trace Elements in K-Feldspar with Implications for Tracing Ore-Forming Processes in Pegmatites: Examples from the World-Class Kolmozero Lithium Deposit, NW Russia // Minerals. 2022. V. 12. 1448. DOI: 10.3390/min12111448

36. Martini M., Solari L.A., Peña-Guerrero M., Zepeda-Martínez M., Montomoli C. Guidelines for assessing the provenance of Mesozoic and Cenozoic

clastic successions sourced by pre-Jurassic basement complexes in southernmost North America // *Journal of Sedimentary Research*. 2020. V. 90 (5). P. 513–532. DOI: 10.2110/jsr.2020.30

37. Desborough G.A., Tysdal R.G., Knudsen A.C., Grauch R.I., Herring J.R., Brownfield I. Bulk mineralogy, micromineralogy, and authigenic minerals in the Meade Peak Phosphatic Shale Member of the Phosphoria Formation, southeastern Idaho // *Open-File Report. US Geological Survey*, 2001. 20 p. DOI: 10.3133/OFR014

38. Сендеров Э.Э. Процессы упорядочения каркасных алюмосиликатов. М.: Наука, 1990. 207 с.

39. Астапова Е.С., Ванина Е.А., Шумейко Е.В., Стриха В.Е., Моисеенко В.Г. Упорядоченность соединений ряда $KAlSi_3O_8$ – $NaAlSi_3O_8$ – $CaAl_2Si_2O_8$ // Доклады Академии наук, 2006. Т. 410. №2. С. 179–182.

40. Дериватограммы, инфракрасные и мессбауровские спектры стандартных образцов фазового состава. Дополнения к каталогу. СПб, 1992. 159 с.

41. Кузнецова Л.Г., Липатова Э.А. Инфракрасные спектры поглощения основных породообразующих минералов. Методические указания. Л.: ПК ОП ВСЕГЕИ, 1973. 108 с.

42. Плюснина И.И. Инфракрасные спектры минералов. М.: Изд-во МГУ, 1977. 174 с.

43. Лапухов А.С., Гузман Б.В., Горев В.А., Солотчина Э.П. Калиевые полевые шпаты жильных систем и их ореолов на Асачинском эпитептермальном золото-серебряном месторождении (Южная Камчатка) // Доклады академии наук. 2007. Т. 412. №6. С. 794–798.

44. Александров И.В., Астапова Е.С., Богомазова Е.В., Кожинов Е.Б. ИК-спектроскопическое определение упорядоченности в каркасных алюмосиликатах // Вестник Амурского государственного университета. Серия: Естественные и экономические науки. 2010. № 49. С. 39–42.

REFERENCES

1. Gareev E.Z., Veretennikova T.Yu. Petrochemistry and geochemistry of clay-carbonate rocks of the stratotypic section of the Avzyan formation in the Southern Urals // Trace elements in magmatic, metamorphic and ore formations of the Urals. Ufa: BBAS USSR, 1987. P. 61–68. (In Russian)

2. Larionov N.N. Geology and ore content of the Avzyan terrigenous-carbonate formation of the Middle Riphean in the Southern Urals. PhD abstract. Ekaterinburg: IGG UB RAS, 1994. 19 p. (In Russian)

3. Larionov N.N. Middle Riphean sediments of the West Bashkirian structural and geological zone and prospects for their ore content // Materials of the Republican scientific and practical conference. Ufa: Tau, 2002. P. 592–600. (In Russian)

4. Larionov N.N. Lithological and facies characteristics of the Avzyan terrigenous-carbonate ore-bearing formation in the Southern Urals // Natural and

mathematical sciences in the modern world. Collection of articles based on the materials of the XXIX international scientific and practical conference. No. 4 (28). Novosibirsk: SibAK, 2015. P. 186–196. (In Russian)

5. Larionov N.N. Ore content of the Avzyan terrigenous-carbonate formation // Geology, minerals and problems of geocology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories. Proceedings of the 11th interregional scientific and practical conference dedicated to the 65th anniversary of the Institute of Geology of the USC RAS. Ufa: DesignPress, 2016. P. 140–142. (In Russian)

6. Anfimov L.V. Lithogenesis in Riphean sedimentary successions of the Bashkirian meganticlinorium (S. Urals). Ekaterinburg: UB RAS, 1997. 289 p. (In Russian)

7. Maslov A.V., Anfimov L.V. Avzyan ore-bearing formation of the Middle Riphean of the Southern Urals (lithostratigraphy, formation conditions, mineralgeny). Ekaterinburg: UB RAS, 2000. 132 p. (In Russian)

8. Maslov A.V., Krupenin M.T., Gareev E.Z., Anfimov L.V. Riphean of the western slope of the Southern Urals (classical sections, sedimento- and lithogenesis, mineralgeny, geological natural monuments). Vol. I. Ekaterinburg: IGG UB RAS, 2001a. 351 p. (In Russian)

9. Salikhov D.N., Kovalev S.G., Larionov N.N., Belikova G.I. Mineral resources of the Republic of Bashkortostan (iron ores). Ufa: Gilem, 2008. 148 p. (In Russian)

10. Riphean Stratotype. Stratigraphy. Geochronology // Proceedings of GIN AS USSR. Vol. 377. Moscow: Nauka, 1983. 183 p. (In Russian)

11. Bekker Yu.R. Riphean silicites (stages, features, siliceous belts and oil and gas content potential) // Regional Geology and Metallogeny. 2015. No. 64. P. 28–40. (In Russian)

12. Krupenin M.T., Michurin S.V., Gulyaeva T.Ya., Yuldashbaeva V.F. Ankerite metasomatites in carbonate sediments of the Avzyan formation of the Middle Riphean: mineralogy and geochemistry // Yearbook-2018. Proceedings of IGG UB RAS. 2019. Vol. 166. P. 59–67. (In Russian)

13. Michurin S.V., Krupenin M.T., Shiyanova E.O., Saveliev D.E., Gorozhanin V.M., Dub S.A., Kazbulatova G.M., Sharipova A.A., Akhmedova R.R. Section of the Tyulmen Subformation of the Avzyan Formation of the Middle Riphean (Belyagush Ridge, Southern Urals): geology, stratigraphy, magmatic formations // Geologicheskii vestnik. 2022. No. 3. P. 16–33. DOI: 10.31084/2619-0087/2022-3-2. (In Russian)

14. Akhmedova R.R., Michurin S.V., Shiyanova E.O., Sergeeva N.D., Sharipova A.A. Crystal-chemical, mineralogical and geochemical features of dolomites of the Avzyan formation of the Middle Riphean (Southern Urals) // Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology. 2023. No. 3. P. 40–56. DOI: 10.17308/geology/1609-0691/2023/3/40-56. (In Russian)

15. Akhmedova R.R., Michurin S.V., Shiyanova E.O., Sergeeva N.D., Sharipova A.A. Crystal chemical, mineralogical, and geochemical features of dolomites of the

Middle Riphean Avzyan Formation (Southern Urals) // Lithology and Mineral Resources. 2024. Vol. 59 (6). P. 691–705. DOI: 10.1134/S0024490224700706

16. Krupenin M.T. Magnesian-ferruginous carbonate ores in Riphean sediments of the Bashkirian meganticlinorium (sources of matter, stages and mechanisms of formation). Dr. Sci. abstract. Novosibirsk, 2025. 46 p. (In Russian)

17. Sultanova A.G., Michurin S.V. Some issues of lithium geochemistry and its distribution in Rifhean rocks of the Southern Urals // Geologicheskii vestnik. 2024. No. 2. P. 65–80. DOI: 10.31084/2619-0087/2024-2-6. (In Russian)

18. Michurin S.V., Kazbulatova G.M., Biktimerova Z.R. Lithium distribution in Proterozoic sedimentary rocks of the Southern Urals // The Open Chemical Engineering Journal. 2025. Vol. 19. e18741231434608. DOI: 10.2174/0118741231434608251024043309.

19. Michurin S.V., Mardanshina R.R. Mineralogical and geochemical characteristics of Middle and Upper Riphean limestones (Southern Urals) // Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology. 2026. No. 1. P. 58–72. DOI: 10.17308/geology/1609-0691/2026/1/00-00. (In Russian)

20. Bartley J.K., Khan L.C., McWilliams J.L., Stagner A.F. Carbon isotope chemostratigraphy of the Middle Riphean type section (Avzyan Formation, Southern Urals, Russia): Signal recovery in a fold-and-thrust belt // Chemical Geology. 2007. Vol. 273. P. 211–232. DOI: 10.1016/j.chemgeo.2006.06.018.

21. Maslov A.V. Bashkirian meganticlinorium: Late Riphean-Vendian hiatuses and possible transformations of basin provenances // Lithosphere (Russia). 2020. Vol. 20 (4). P. 455–470. (In Russian)

22. Maslov A.V. Yurmatinian/Karatavian boundary in the Riphean stratotype: comparison of the geochemical features of clay rocks of Avzyan Formation and Biryan Subformation of Zilmerdak Formation // Geologicheskii vestnik. 2023. No. 3. P. 3–12. DOI: 10.31084/2619-0087/2023-3-1. (In Russian)

23. Akhmedova R.R., Michurin S.V. Potassium feldspars of the Biryan subformation of the Zilmerdak formation of the Upper Riphean (Southern Urals): IR spectroscopy data // Geology, minerals and problems of geocology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories. Proceedings of the 15th interregional scientific and practical conference. Ufa: Pero, 2024a. P. 23–25. (In Russian)

24. Akhmedova R.R., Michurin S.V. Potassium feldspars according to IR spectroscopy in the Revet subformation of the Avzyan formation of the Middle Riphean (Avzyan section, Southern Urals) // Minerals and mineral formation in natural and technogenic processes. Proceedings of the All-Russian conference dedicated to the 55th anniversary of the Bashkir branch of the RMS. 2024b. P. 7–11. (In Russian)

25. Michurin S.V., Dub S.A. Potassium feldspars of the Uk Formation (Upper Riphean, Southern Urals): mineralogical, geochemical and crystallochemical characteristics // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. 2026. (In Press). (In Russian)

26. Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Krasnobaev A.A. Stratigraphic scheme of the stratotype of the Riphean of the Southern Urals // *Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences and Natural Resources of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan*. 2017. No. 23. P. 3–26. (In Russian)
27. Dub S.A. Upper Riphean-Vendian deposits in the Bashkir meganticlinorium of the Southern Urals: State of study and stratigraphic subdivision // *Russian Geology and Geophysics*. 2021. Vol. 62. No. 11. P. 1511–1530. (In Russian)
28. Michurin S.V., Kazbulatova G.M., Samigullin A.A., Sharipova A.A. Geochemical features of the Biryán subformation of the Upper Riphean Zilmerdak formation in connection with the issues of ore genesis (Zilmerdak ridge, Southern Ural) // *Geologicheskii vestnik*. 2023. No. 3. P. 13–25. DOI: 10.31084/2619-0087/2023-3-2. (In Russian)
29. Maslov A.V., Krupenin M.T., Gareev E.Z., Anfimov L.V. Riphean of the western slope of the Southern Urals (classical sections, sedimento- and lithogenesis, mineralgeny, geological natural monuments). Vol. III. Ekaterinburg: IGG UB RAS, 2001b. 130 p. (In Russian)
30. Turekian K.K., Wedepohl K.H. Distribution of the Elements in Some Major Units of the Earth's Crust // *Geological Society of America Bulletin*. 1961. Vol. 72. P. 175–192.
31. Kurazhkovskaya V.S., Borovikova E.Yu. Infrared and Mössbauer spectroscopy of crystals. Textbook. Moscow: Geological Faculty, 2008. 101 p. (In Russian)
32. Afonina G.G., Makagon V.M., Shmakin B.M. Barium- and rubidium-bearing potassium feldspars. Novosibirsk: Nauka, 1978. 111 p. (In Russian)
33. Trevena A.S., Nash W.P. An electron microprobe study of detrital feldspar // *Journal of Sedimentary Petrology*. 1981. Vol. 51. P. 137–149. DOI: 10.1306/212F7C2F-2B24-11D7-8648000102C1865D.
34. Alfonso P., Melgarejo J.C. Geochemistry of feldspars and muscovite in granitic pegmatite from the Cap de Creus field, Catalonia, Spain // *The Canadian Mineralogist*. 2003. Vol. 41. P. 103–116.
35. Morozova L., Zozulya D., Selivanova E., Serov P., Bazai A. Distribution of Trace Elements in K-Feldspar with Implications for Tracing Ore-Forming Processes in Pegmatites: Examples from the World-Class Kolmozero Lithium Deposit, NW Russia // *Minerals*. 2022. Vol. 12. 1448. DOI: 10.3390/min12111448
36. Martini M., Solari L.A., Peña-Guerrero M., Zepeda-Martínez M., Montomoli C. Guidelines for assessing the provenance of Mesozoic and Cenozoic clastic successions sourced by pre-Jurassic basement complexes in southernmost North America // *Journal of Sedimentary Research*. 2020. Vol. 90 (5). P. 513–532. DOI: 10.2110/jsr.2020.30
37. Desborough G.A., Tysdal R.G., Knudsen A.C., Grauch R.I., Herring J.R., Brownfield I. Bulk mineralogy, micromineralogy, and authigenic minerals in the

Meade Peak Phosphatic Shale Member of the Phosphoria Formation, southeastern Idaho // Open-File Report. US Geological Survey, 2001. 20 p. DOI: 10.3133/OFR014

38. Senderov E.E. Ordering processes of framework aluminosilicates. Moscow: Nauka, 1990. 207 p. (In Russian)

39. Astapova E.S., Vanina E.A., Shumeiko E.V., Strikha V.E., Moiseenko V.G. Ordering of compounds of the KAlSi_3O_8 – $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ – $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ series // Doklady Akademii Nauk. 2006. Vol. 410. No. 2. P. 179–182. (In Russian)

40. Derivative thermogravimetric, infrared and Mössbauer spectra of standard samples of phase composition. Additions to the catalogue. St. Petersburg, 1992. 159 p. (In Russian)

41. Kuznetsova L.G., Lipatova E.A. Infrared absorption spectra of the main rock-forming minerals. Guidelines. Leningrad: PKOP VSEGEI, 1973. 108 p. (In Russian)

42. Plyusnina I.I. Infrared spectra of minerals. Moscow: MSU, 1977. 174 p. (In Russian)

43. Lapukhov A.S., Guzman B.V., Gorev V.A., Solotchina E.P. Potassium feldspars of vein systems and their halos at the Asacha epithermal gold-silver deposit (Southern Kamchatka) // Doklady Akademii Nauk. 2007. Vol. 412. No. 6. P. 794–798. (In Russian)

44. Aleksandrov I.V., Astapova E.S., Bogomazova E.V., Kozhinov E.B. IR-spectroscopic determination of ordering in framework aluminosilicates // Bulletin of Amur State University. Series: Natural and Economic Sciences. 2010. No. 49. P. 39–42. (In Russian)

Сведения об авторах:

Мичурин Сергей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий 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: s_michurin@mail.ru. Orcid ID: 0000-0002-2776-2190.

Марданишина Регина Равилевна, младший 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: delmukhametovar@mail.ru. ORCID ID: 0009-0009-4408-6524.

Самигуллин Айдар Альфридович, младший 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: samigullinaidar85@gmail.com. ORCID ID: 0000-0003-3089-0799.

Казбулатова Гульфия Мавлетовна, младший 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: kazbulatova@mail.ru. ORCID ID: 0000-0003-0623-8792.

Author's personal details

Michurin Sergey Vasilyevich, PhD in geologo-mineralogical sciences, 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: s_michurin@mail.ru. ORCID ID: 0000-0002-2776-2190.

Mardanshina Regina Ravilevna, Junior 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: delmukhametovar@mail.ru. ORCID ID: 0009-0009-4408-6524.

Samigullin Aidar Alfridovich, Junior 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: samigullinaidar85@gmail.com. ORCID ID: 0000-0003-3089-0799.

Kazbulatova Gulfiya Mavletovna, Junior 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: kazbulatova@mail.ru. ORCID ID: 0000-0003-0623-8792.

© Мичурин С.В., Марданшина Р.Р., Самигуллин А.А., Казбулатова Г.М.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ КРЫМА

© Юдин Виктор Владимирович

МОО «Крымская Академия наук»,

г. Симферополь, Республика Крым, Российская Федерация

Аннотация. Рассмотрены следующие наиболее важные проблемы в геологии Крыма и сходных по строению складчато-надвиговых областей. 1. Проблема противоречивых разломов, которая привела к хаосу и отсутствию реальной общепринятой модели строения. 2. Проблема выбора геодинамической или разломно-блоковыми моделями фиксизма. 3. Проблема меланжей в Крыму, которая игнорировалась много лет. В зонах выходов микститов выделялись блоки, разломы и нереальные стратоны. 4. Аналогичная проблема - в игнорировании Горнокрымской, Массандровской и других олистостром. 5. Проблема картирования нереальных свит связана с предыдущими. В Горном Крыму выделено более 150 свит, значительная часть которых не соответствует требованиям Стратиграфического кодекса и требует пересмотра. 6. Проблема сложных складчато-надвиговых и шарьяжных структур, которые поныне отрицаются рядом исследователей. 7. Проблема генезиса структур определяет правильное представление о строении и геодинамической эволюции Крыма. Приведено более 10 аргументов в пользу эндогенного, а не гравигенного их происхождения. 8. Проблемы геологии крымского учебного полигона ведущих ВУЗов дискутируются более 70 лет, но общепринятой геологической карты и понимания конкретных объектов нет. Причины заключаются в отрицании меланжей, шарьяжных структур и игнорировании требований геологических кодексов РФ. 9. Политические проблемы геологии Крыма появились после его воссоединения с Россией. Коллективы из стран западной Европы опубликовали ряд статей с игнорированием результатов предшествующих исследований, с необоснованными выводами о геологии, а также о государственной принадлежности Крыма. К этим же проблемам относится уничтожение Украиной в Крыму геологических организаций, которые не восстановлены поныне. 10-я проблема связана с недопустимыми «пересказами» геологических публикаций «ИИ Алисы» с нарушениями авторского права и научной этики. Почти все геологические карты и разрезы Крыма не допускают палинспастическую реконструкцию, вследствие чего их нельзя считать геометрически реальными. Для решения проблем и создания общепринятых карт и разрезов, необходимо соблюдать структурную сбалансированность построений, Стратиграфический и Тектонический кодексы РФ, а также современную теорию актуалистической геодинамики.

Ключевые слова: Крым, геология, геодинамика, разломы, меланжи олистостромы, свиты.

ACTUAL PROBLEMS OF CRIMEAN GEOLOGY

© Yudin Victor Vladimirovich

Interregional Public Organization «Crimean Academy of Sciences»,

Simferopol, Republic of Crimea, Russian Federation

Для цитирования: Юдин В.В. Актуальные проблемы геологии Крыма // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2026. № 2. С. 72-94. DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-72-94

Abstract. The most important problems in the geology of the Crimea and similar folded-thrust regions are considered. 1. The problem of contradictory faults, which led to chaos and the absence of a real generally accepted model of the structure. 2. The problem of choosing geodynamic or fault-block models of fixism. 3. The melange problem in Crimea, which has been ignored for many years. Blocks, faults, and unreal formations stood out in the areas of the mixtite exits. 4. There is a similar problem in ignoring the Gornokrymskaya, Massandra and other olistostromes. The 5th problem of unreal suites is related to the previous ones. More than 150 formations have been identified in the Mountainous Crimea, a significant part of which do not comply with the Stratigraphic Code and require revision. 6. The problem of complex folded-thrust and thrust structures, which are still being denied by a number of researchers. 7. The problem of the genesis of structures determines the correct understanding of the structure and geodynamic evolution of the Crimea. There are more than 10 arguments in favor of their endogenous rather than gravigenic origin. 8. The problems of the geology of the Crimean training ground of leading universities have been discussed for more than 70 years, but there is no generally accepted geological map and understanding of specific objects. The reasons are the denial of melange, sharyazhny structures and ignoring the requirements of the geological codes of the Russian Federation. 9. The political problems of the geology of Crimea appeared after its reunification with Russia. Teams from Western European countries have published a number of articles ignoring the results of previous research and making unsubstantiated conclusions about the geology and ownership of Crimea. The same problems include the destruction of geological organizations in Crimea by Ukraine, which have not been restored to this day. The 10th problem is related to unacceptable "retellings" of the geological publications of AI Alice with violations of copyright and scientific ethics. Almost all geological maps and sections of Crimea do not allow palinspastic reconstruction, as a result of which they cannot be considered geometrically real. To solve problems and create generally accepted maps and sections, it is necessary to observe the structural balance of structures, the Stratigraphic and Tectonic Codes of the Russian Federation, as well as the modern theory of actualistic geodynamics.

Key words: Crimea, geodynamics, geology, faults, melange, olistostromes, formations.

Введение. За много лет изучения любого сложно построенного региона, его геологическое строение геологами понимается по-разному. В результате составляются непохожие геологические карты и разрезы, основанные на разных теоретических представлениях и опыте исследователей. Настоящая статья посвящена рассмотрению основных проблем, приводящих к противоречиям в результатах геологических исследований горно-складчато-надвиговых областей, затрудняющим создание общепринятой модели их строения.

Как и в других, сложно построенных регионах, общая проблема геологии Крыма заключается в том, что за 120-летнее изучение здесь было создано более 50 противоречивых вариантов геологических карт и разрезов. До настоящего времени нет единого понимания геологического строения полуострова и его отдельных районов. Это препятствует оптимальному и безопасному экономическому развитию полуострова. Отчасти противоречия объективно связаны с произошедшими за последние десятилетия тремя научными революциями в геологии [1 и др.]. Смена парадигм с разными терминами и пониманиями эволюции Земли в целом, а также её конкретных структур привела

к смешению понятий и к созданию очень разных моделей строения и геодинамической эволюции Крыма.

Актуальность работы заключается в рассмотрении основных проблем геологии, решение которых приведет к отбраковке нереальных моделей строения и к правильному пониманию тектоники, стратиграфии и эволюции Крыма для его дальнейшего хозяйственного освоения. Один из последних примеров практической значимости проблем в разных интерпретациях является игнорирование доказательств сложного шарьяжно-меланжевого строения района реки Улу-Узень Восточная при проектировании глубокого горного Солнечногорского водохранилища. Там необходимы дополнительные технические решения, противодействующие смещениям в плотине при неизбежных землетрясениях. Такие решения уже воплощены в зоне Соколинского меланжа на трассе Алушта-Симферополь.

Ранее проблемы геологии Крыма обсуждались автором настоящей статьи в течение более 30 лет на многих конференциях. Они рассмотрены в 50-и публикациях, доступных по адресу <https://www.researchgate.net/profile/Viktor-Yudin/publications>, № 115, 142, 145, 145, 166, 199, 202, 209, 227, 230, 246, 271, 281, 317, 341, 348, 359, 360, 367, 370, 373, 375, 378, 383, 387, 395, 400, 401, 403, 409-412, 459-461, 466, 467, 480, 486, 495, 501, 504, 504a, 505, 507, 511, 515, 516 и др. Наиболее фундаментальная монография по теме приведена в ссылке [2].

Несмотря на 50-летние обсуждения и острые дискуссии [3 и др.] до сих пор многие важные геологические противоречия замалчиваются и игнорируются. Это осложняет развитие геологической науки и приводит к принципиально разному пониманию строения Крыма, что негативно сказывается при её практическом применении в строительстве, в экологии, в оценке природных ресурсов и в других областях деятельности.

Результаты исследований

1. Проблема «разломов» актуальна не только в Крыму, но и в аналогичных по строению регионах Кавказа, Тянь-Шаня, Урала и др. Очень распространённый, но вредный для геологии термин «разлом» по определению обозначает неопределённый разрыв с невыясненной морфологией, амплитудой и кинематикой [4]. Реальные же разрывы разделяются на четко обоснованные сбросы, взбросы, надвиги, сдвиги, раздвиги и др. За «разломы» в Крыму ошибочно принимались и принимаются линейные формы рельефа, долины рек и оврагов (линеаменты) [5; 6; 7; 8 и др.], а также трещины торошения, края кластолитов и олистолитов [2]. Важно отметить, что надвиги, формирующие поднятие Горного Крыма, имеют субширотную (восток-северо-восточную) продольную, ориентировку. Реки же наоборот, текут с водоразделов в крест простирания рельефообразующих разрывов, лишь изредка совпадая с ними [2].

В результате произвольного выделения «разломов» составлены очень непохожие и противоречивые геологические карты Крыма и его отдельных районов. Выделение таких нарушений по рекам и оврагам – не более чем легкий

и быстрый, но неправильный и недопустимый способ рисовки структур. Он не требует анализа тектоники и не дает объективной информации, повторяемой последующими исследователями.

Т-образные и крестообразные сочленения дизъюнктивов в плане, а также диагональная и ортогональная сеть «разломов» в природе геометрически невозможны, так как не допускают палинспастическую реконструкцию наблюдаемых в обнажениях интенсивно сжатых приразрывных складок.

Длина надвига прямо пропорциональна его горизонтальной амплитуде. Высокоамплитудные разрывы по простиранию не могут резко обрываться, быть короткими и «набираться» из отдельных отрезков. Сбалансированные модели с палинспастической реконструкцией требуют обязательного постепенного уменьшения амплитуды, плавного разветвления, схождения или кулисообразного соотношения их с соседними разрывами. Без этого невозможна палинспастическая реконструкция и, как следствие, геометрическая правильность построений.

Наложение на единую основу в одном масштабе «разломов» с геологических карт разных авторов и годов составления показывает хаотическую картину несовпадения и невозможности выбора одной правильной модели [2]. Это хорошо видно при рассмотрении конкретных районов Крыма, например, Керченского и Тарханкутского полуострова, Карадага, Караби Яйлы и др. (рис. 1). Более того, нередко противоречиво показаны не только разрывы разных авторов, но в работах одних и тех же составителей и редактора в разные годы изданий (рис. 1В).

В Крыму и в сходных по строению регионах можно условно выделить 6 видов геометрически нереальных разломов. На геологических картах это прямолинейные «палки» и «бублики» (геологически необоснованные кольцевые структуры), а также «ёжики» (многочисленные мелкие «разломчики», искусственно нарисованные на карте вдоль оврагов в крест выхода нормального стратиграфического контакта). На разрезах к нереальным разрывам относятся: «штакетник» из вертикальных разломов, «рога» (ветвящиеся разрывы, сходящиеся на глубине в один), а также «копыта» (вдвиги, не учитывающие реологию толщ и не допускающие палинспастическую реконструкцию). Выделение таких «разломов» приводит к составлению непохожих геологических карт с нереальными структурами типа «битой тарелки». Главным критерием правильности при выделении разрывов является их детальное изучение и сбалансированность, подразумевающая возможность при реконструкции приведения крыльев и приразрывных складок в исходное положение [2].

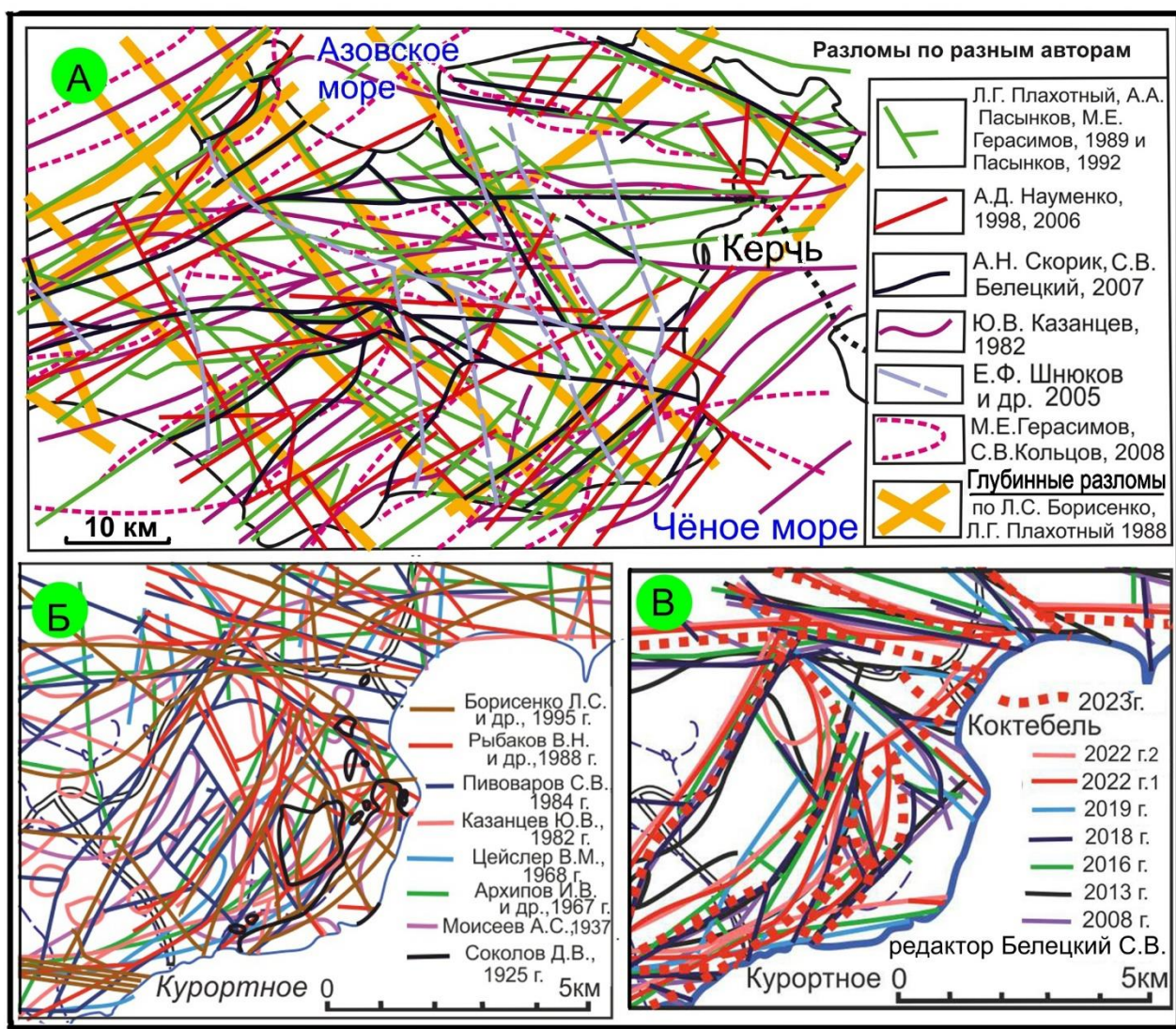


Рис. 1. Сопоставление разломов, нарисованных разными авторами на геологических картах: А - Керченского полуострова, Б - Карадага, В – нереальные разломы на геологических картах Карадага, составленных одним коллективом авторов и редактором из «Крымгеологии» в течение 15 лет, (составил В.В. Юдин)

Один из примеров попытки обоснования рисовки вертикальных «разломов» приведен в статье 9-и соавторов из ГИН РАН, ИФЗ РАН и МГУ [9]. Соавторы считают, что «Разломы (на геологических разрезах показаны вертикальными, поскольку нет никаких объективных данных, чтобы оценить направления и углы их наклона)» [9, с. 60]. Но если нет никаких данных, то нет и основания для выделения таких «разломов». Тем более, что в этом районе на учебном геологическом полигоне ряда ВУЗов России, нами давно описаны Мартовский шарьяжный меланж, надвиги и принадвиговые складки, а поблизости северо-восточнее, на р. Бодрак обоснована шарьяжная Патильская антиклиналь с дважды опрокинутыми складками в лежащем крыле [2 и др.].

Более 30-и «Глубинных разломов», выделенных ранее в Крыму, также не отвечают условиям выделения. Согласно определению термина, такие нарушения должны иметь четыре главных признака. К ним относятся: 1 – большая протяженность (в сотни и тысячи км); 2 - достижение мантии (на глубинах в десятки км); 3 - очень длительная активность (в десятки - сотни млн. лет); 4 - разделение участков земной коры с существенно разным строением и эволюцией, а также наличие офиолитовой триады из субдуцированной океанической коры, динамометаморфизма и др. признаков границы литосферных плит [1; 4 и др.]. Всем перечисленным признакам отвечают только коллизионные швы (сутуры) и современные зоны субдукции [1, с. 178-179]. Многочисленные и по-разному рисуемые в Крыму «глубинные разломы» не отвечают критериям выделения (рис. 1А). Исключение составляют две геодинамически обоснованные нами коллизионные сутуры – Предгорная и Северокрымская [2].

Многолетнее изучение тектоники Крыма позволило автору статьи сделать вывод о развитии здесь реальных структурно сбалансированных разрывов. Они представлены надвигами и шарьяжами северного и северо-западного наклона, местами с существенной сдвиговой составляющей до локальных сдвигов с мелкими нейтральными складками [2 и др.]. Севернее от них развиты ретронадвиги с обратным, южным падением, слагающие разнопорядковые структуры поп-ап. Гравигенные разрывы представлены пологими сбросами в основании оползневых массивов. Доказательства тому приведены в монографии [2], на отдешифрованных фотопанорамах в фотоатласе 2017 года и на геологических картах с разрезами, опубликованных в 2009 и 2018 г.

Таким образом, решение проблемы «разломов» в Крыму и в сходных по строению регионах связано с методикой картирования, с чёткими критериями выделения конкретных нарушений и с их обязательной структурной сбалансированностью. Вертикальные разрывы и разно-ориентированные короткие надвиги не позволяют распрямить интенсивно сжатые в 2-5 раз складки и привести толщи в первоначальное положение. Палинспастическая реконструкция – единственный способ ограничить необоснованные представления геологов, разделяющих разные теоретические взгляды и создающих противоречивые геологические карты (рис. 1). Анализируя хаотическое положение разломов на рисунке 1, можно сделать вывод, что «разлом» - это субъективное и бездоказательное усложнение (ухудшение) геологических карт и разрезов, не подтверждаемое последующими исследователями и нежелательное для использования без четких доказательств.

2. Проблема выбора моделей – современной геодинамической или разломно-блоковых фиксизма, остается актуальной до настоящего времени. Её решение связано с использованием теории актуалистической геодинамики, которая в мире уже давно сменила концепции геосинклиналей и глубинных разломов. Крым долгое время оставался единственным районом Отечества, где

такие представления были в основе большинства геологических построений [5]. Частично это сказывается до настоящего времени [6; 7].

Основу строения любого сложно построенного горно-складчато-надвигового региона, в том числе Крыма, определяет положение и наклон коллизионных швов (сутур) [1]. Общие закономерности распределения структурных и формационных комплексов вблизи них сходные. Это краевой прогиб на пассивной окраине литосферной плиты (на кратоне) → зона фронтальных надвигов → коллизионная сутура → полоса с проявлением магматизма → зона ретронадвигов → тыловой прогиб.

В Крыму нами выделены две сутуры (Северокрымская PZ_3 и Предгорная MZ). Обоснованы три цикла Вильсона (со структурными комплексами: скифиды, киммериды и неокиммериды) [2]. Использование чуждых для Крыма терминов «альпиды, герциниды, каледониды, байкалиды» выделенных в иных, далёких регионах [10; 11 и др.] - некорректно, поскольку каждый из этих комплексов имеет свое индивидуальное строение, возраст и геодинамическую эволюцию, отличную от других регионов планеты [2].

При обосновании киммерийской Предгорной сутуры в его меланже и в молассе выявлены офиолиты – остатки океанической коры Мезотетиса в виде глыб и галек из радиоларитов, базитов и мантийных ультрабазитов [2]. Таврический флиш представляет собой тектонически скученные при субдукции остатки сорванного осадочного слоя океанической коры Мезотетиса. Его современные аналоги образуются у оснований континентальных склонов на субокеанической коре.

Например, неокиммериды представляют собой незавершенный комплекс структур и формаций, образованных в результате схождения литосферных плит Евразии и Малой Азии в олигоцене – голоцене. Их нельзя называть «альпидами», выделенными в Альпах с существенно иным строением и геодинамической эволюцией. В неокиммеридах закономерно расположены: передовой Туапсинский прогиб → Горнокрымская складчато-надвиговая область, Индоло-Кубанский тыловой прогиб с Альминской впадиной, ретронадвигами и тепловые аномалии над будущими вулканами в Равнинном Крыму [2].

Геодинамическая модель позволяет корректно использовать современную терминологию. С юга на север по [2] выделяются: Черноморская микроплита ($N-Q$), на месте Восточно-Черноморского палеорифта (в $K-P_2$); Горнокрымская складчато-надвиговая область (в P_2-Q) на месте Горнокрымского палеотеррейна (T_3-K_1) и южный край Евразийской литосферной плиты (в $N-Q$) на месте Скифской палеоплиты ($PZ-T_1$). Недопустимыми (из устаревшей геосинклинальной парадигмы) следует считать выделение в Крыму: платформ и плит (как антипод геосинклиналей), бассейнов, чисто складчатой области (складки невозможны без надвигов) и др. [2]. Поэтому на современном этапе изучения Крыма нельзя согласиться с традиционным мнением, что «Классическая геология, прежде всего работы М.В. Муратова и его школы

остались непоколебимы» [12, с. 12]. После них в геологии произошли две научные революции из 4-х за всю историю, что игнорировать недопустимо [1].

Общая проблема выделения микститов (тектонов), которые не соответствуют понятию «стратон», возникла в результате многолетнего непонимания геологами меланжей и олистостром [9-13 и мн. др.]. Причина игнорирования микститов в значительной мере связана с традиционным и обязательным при геологической съемке «методом точечных наблюдений». Альтернативный метод детальных пересечений с непрерывным изучением тектоники вдоль хорошо обнаженных рек, ориентированных в крест простирания структур с учётом структурной сбалансированности, позволяет более достоверно и объективно выделять микститы разных типов [2 и др.].

Согласно [4] и действующему Тектоническому Кодексу РФ 2016 года, меланж – это тектон, эндогенный, линейный в плане хаотический комплекс брекчированных пород в сместителе высокоамплитудного надвига. Он состоит из глыб разного состава, размеров, возраста и тектонически перетертой массы (матрикса). Олистостромой называется гравигенный хаотический комплекс из сползших по склону массивов (олистолитов, крупных олистоплак) и матрикса в виде бесструктурной передробленной или слабо стратифицированной массы.

Отличие эндогенного меланжа от гравигенной олистостромы достаточно простое, хотя иногда встречается их совокупность (олистомеланж). В линейной зоне эндогенного меланжа хаотически передробленные глыбы и матрикс относительно плотные серые, не окисленные. Они состоят из разных пород и содержат гидротермальные минералы (кварц, алушит, цеолиты и др.). Олистострома же развита в широкой полосе на склоне. Её матрикс окисленный, желто-коричневый, рыхлый и обычно состоит из однотипных оползающих пород.

Нельзя не отметить, что в руководствах по геологической съемке, в том числе в последнем 2022 года [14], в разделе 2 «Нестратифицированные подразделения», меланжей и олистостром нет. На тектонической схеме (стр. 58) в инструкциях требуется выделять нереальные «складчатые» (а не складчато-надвиговые) пояса, «платформы», «разломы» разного ранга и другие объекты из устаревшей геосинклинальной концепции фиксизма. Меланжи и олистостромы недопустимо относятся там к необязательной «различной дополнительной тектонической информации».[14, с. 58]. Это и привело к игнорированию микститов при геологических съемках разных регионов.

3. Проблема меланжей в Крыму игнорировалась более 100 лет [3-13] и на государственных геологических картах стала частично решаться лишь в последние годы. Нами В Горном и Предгорном Крыму выявлены крупные участки очень сложного хаотического строения, которые объективно не поддаются однозначной интерпретации с позиций осадочной геологии. По сути, это мощные зоны полностью дезинтегрированных пород в сместителях высокоамплитудных пологих надвигов северного падения. В таких участках

разными геологами выделены почти все известные структуры, которые отвергались последующими исследователями.

Один из таких примеров – «Лозовская зона», расположенная к юго-востоку от г. Симферополя. Здесь описаны следующие взаимоисключающие геологические трактовки: глубинный разлом или зона пересечения разломов; Мезотаврический кряж; Курцовская антиклиналь; Салгирская синклиналь; серия блоков, ограниченных субвертикальными разрывами и осложненных олистостромой; пакет надвиговых чешуи; тектоническое полуокно и другие [2].

Детальное изучение таких участков, их прослеживание и анализ предшествующих моделей позволил сделать вывод, что здесь развиты принципиально иные, хаотические образования - меланжи. Их выделение объясняет многообразие противоречивых интерпретаций, явно имевших под собой фактологическую основу и невозможность выбора одной общепринятой модели строения в предшествующих трактовках таких зон.

30 лет назад автор статьи обосновал и закартировал Крыму 9 региональных шарьяжных меланжей, а также мелкие зоны меланжирования в сместителях надвигов разного возраста в киммеридах и неокиммеридах (рис. 2).

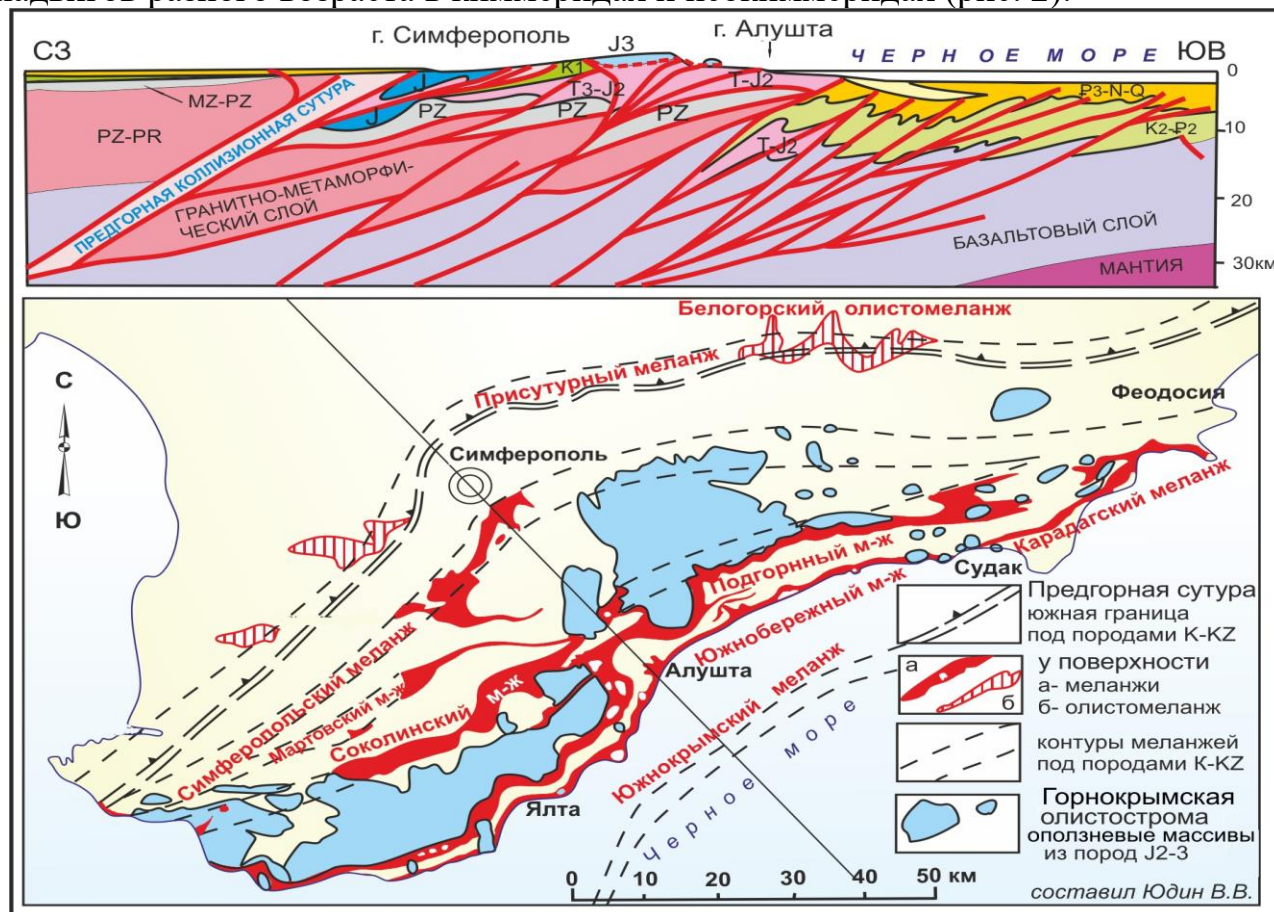


Рис. 2. Микститы Крыма

Обоснование и детальное описание отдельных участков микститов опубликовано в десятках работ [2 и др.]. Однако на государственных геологических картах меланжи полностью игнорировались [6; 7; 15], а в последние годы рисовались произвольно без закономерной связи с линейными зонами надвигов и с недопустимыми для тектонов стратиграфическими контактами. На месте Симферопольского меланжа с глыбами из очень разных пород каменноугольно-раннемелового возраста были выделены семь стратонов нереальных и противоречивых свит. В зоне Соколинского меланжа на р. Бельбек декларировалась бельбекская или крымская свиты; неокиммерийский Подгорный меланж N-Q возраста ошибочно относится к крымской, таврической или эскиординской свите. Аналогичный по возрасту Южнобережный меланж вдоль всего южного побережья ошибочно картировался как таврическая, эскиординская, крымская и карадагская свиты. Молодые Карадагский и Щебетовский меланжи недопустимо интерпретировать как стратоны хуторянской, копсельской, башпармахской или карадагской свит и т. д. Всё это приводило к очень разному пониманию строения с соответствующими следствиями для практических задач освоения районов Крыма.

4. Проблема выделения олистостром с оползневыми массивами из известняков позднеюрского возраста также возникла 30 лет назад и до сих пор игнорируется многими геологами [6; 7; 15 и др.]. Большинство из них 130 лет считали и считают, что известняки находятся на месте своего формирования, со стратиграфическими контактами [5-7, 13; 15-18 и др.]. Отметим, что в мобилистских моделях Ю.В. Казанцева [17] развивалась идея надвигания известняковых массивов с юга. Однако обоснованных корней такого шарьяжа нет и в его сместителе отсутствуют эндогенные гидротермальные минералы [2].

Горнокрымская олистострома была выделена нами 30 лет назад. Более 100 её олистолитов и крупные плоские олистоплаки сложены известняками позднеюрского возраста. Обосновано, что все они сползли с юга в конце раннего мела перед раскрытием Черного моря [2]. Известняковые массивы автономны, нарушены кайнозойскими надвигами, окружены зеркалами скольжения и подстилаются зонами дробления без гидротермальных минералов. Под массивом Ай-Петри и другими с юга и с севера локально выявлены и доказаны более молодые нижнемеловые глины, свидетельствующие о сползании с юга в конце раннего мела [2]. По данным бурения и в обнажениях Горного Крыма выявлено более 30 таких участков. Небольшие олистолиты из известняков образуют олистостромовые горизонты, как например, у с. Красноселовка и в городе Судак. Самые крупные массивы Карабийский, Ай-Петринский и Чатырдагский обоснованы как олистоплаки [2; 3 и др.].

Массандровская олистострома неоген-четвертичного возраста также сложена олистолитами из верхнеюрских известняков и матриксом из мезозойских пород (**рис. 3**). Оползание её в основном происходит к югу, вследствие крутого уклона и обводнённости подошвы. Традиционное картирование на месте

олистостромы стратона «массандровской свиты» противоречит критериям выделения по Стратиграфическому кодексу РФ.

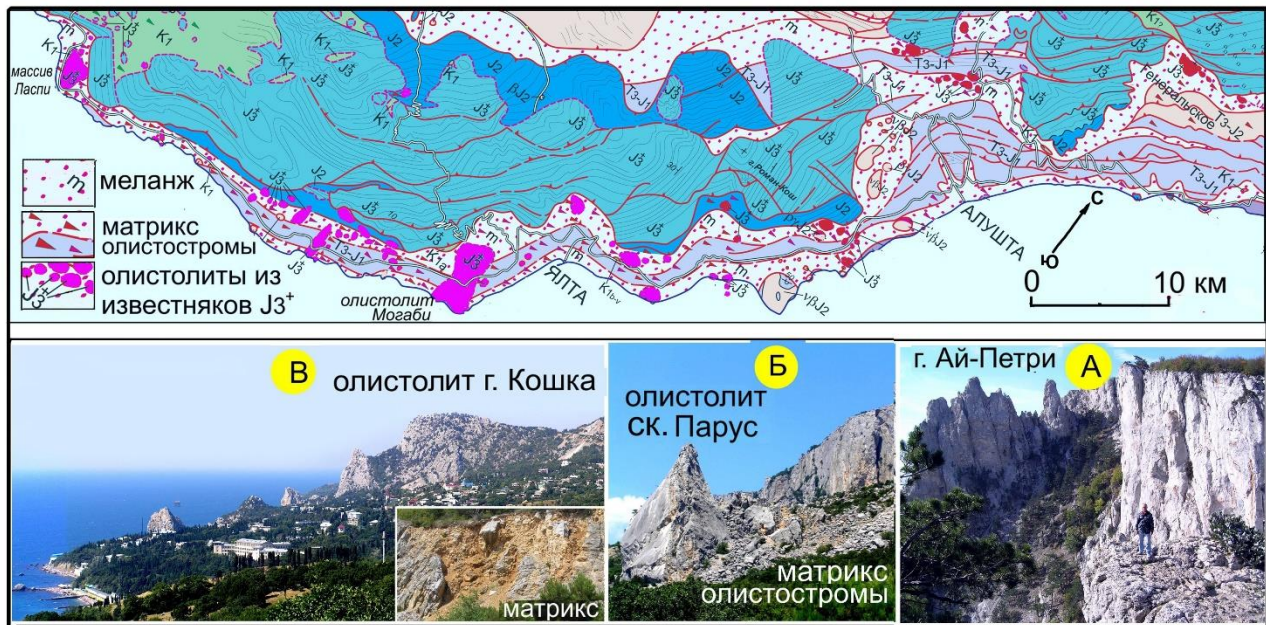


Рис. 3. Массандровская олистострома: А, Б, В - стадии формирования олистолитов и нестратифицированного матрикса

5. Проблема выделения нереальных свит появилась с переходом геологического картирования с биостратиграфических на литостратиграфические объекты. В Горном Крыму после многочисленных разномасштабных геологических съемок таких объектов особенно много. На Государственной геологической карте РФ масштаб ба 1:1 млн., изданной в 2019 году в небольшом Крыму выделено 250 свит в 100 структурно-формационных зонах, а в Горном Крыму - 150 свит в 35 СФЗ [6; 7]. Запомнить и распознать запутанные и противоречивые свиты весьма проблематично, тем более обосновать их латеральные и вертикальные границы.

Согласно действующему Стратиграфическому кодексу РФ, издания 2019 года, серия, свита, подсвита, пачка, толща, пласт представляют собой стратоны с четко определёнными признаками. Они должны состоять из одновозрастных осадочных отложений, отличающихся составом и генезисом. Для свиты обязательно наличие стратотипического разреза, региональное распространение, стратиграфические границы с выше- и ниже залегающими свитами. Однако в Горном Крыму больше половины свит выделено с нарушением требований этого Кодекса. Приведем наиболее яркие примеры, которые более детально описаны в работах [2 и др.].

Стратотип «крымской свиты» Т₃kr у села Рыбачье расположен в лежащем крыле шарьяжной антиклинали. Декларируемая её мощность (260 или 800 м) представляет собой толщину скученного пакета чешуй и складок.

«Эскиординская свита» не имеет стратотипического разреза стратиграфических контактов и реальной мощности. Она весьма дискуссионная по возрасту в диапазоне от позднего триаса до средней юры (а с учётом глыб - с карбона). «Салгирская свита» - также без реального стратотипа на реке Салгир, которая пересекает весь Крымский полуостров. У дер. Петропавловки выделено пять нереальных «свит», которые безрезультатно обсуждаются десятилетиями. Нами обосновано, что это не стратоны, а фрагменты тектона Симферопольского меланжа. «Меласская свита» (J_2b-bt) выделена в опрокинутых глыбах Подгорного меланжа. «Битакская свита» описана в разных местах, без обоснованных контактов и в обратной последовательности реального напластования. «Судакская свита» без реального стратотипа в сложной тектонической обстановке объединена из разных формаций (из флишоидов J_2 и рифов J_3 возраста). «Карадагская свита» $J_2b_3-bt_1$ описана в обратной последовательности в глыбе одноименного меланжа. «Ай-васильская свита» (J_2bt-k) также выделена в глыбе меланжа. «Хуторянская свита» на хр. Джан-Кутаран над пос. Орджоникидзе расположена в глыбе Карадагского меланжа. Нижний контакт её тектонический, по надвигу, а верхний – отсутствует и никакого «хутора» там нет. Как отмечалось выше, «массандровская свита» представляет собой одноименную олистострому из матрикса и олистолитов, размеры которых нередко превышает толщину матрикса в несколько раз [2].

Таким образом, с обоснованием меланжей, олистостром и шарьяжных лежащих складок с опрокинутым залеганием, стратотипы многих «свит» Горного Крыма необходимо пересмотреть как не соответствующие правилам выделения согласно Стратиграфическому и Тектоническому кодексам РФ.

6. Проблема складчато-надвиговых и шарьяжных структур.

Многолетнее отрицание надвигов и сложных шарьяжных складок в соответствии с представлениями фиксизма о разломно-блоковых моделях в Крыму было наиболее длительным. Оно не завершилось и поныне, поскольку некоторые ВУЗы продолжают обучение студентов и аспирантов в соответствии идеями «школы М.В. Муратова». Этому способствуют методические руководства и инструкции по геологической съемке [14 и др.].

В Горном и Предгорном Крыму надвиги и шарьяжи нами обоснованы как основные структуры, определяющие положение и морфологию складок разных типов и размеров. Без них формирование мелких пликтивных дислокаций возможно лишь локально за счет гравигенных процессов. Шарьяжные структуры во флише таврической формации выявлены во многих участках Горного Крыма. Среди них классические эндогенные надвиговые дуплексы, дважды опрокинутые шарьяжные и присдвиговые нейтральные складки. [2].

Трассирование крымских надвигов в плане определяется правилами горной геометрии. Поэтому на геологической карте надвиги имеют не прямолинейную, а дугообразную и извилистую форму, разветвляются или располагаются кулисообразно, в соответствии с их амплитудой. В условиях контрастного

горного рельефа, пологий наклон сместителя надвига неизбежно приводит к извилистой в плане форме его выхода на поверхность. В результате на картах выходы надвигов напоминают пластовые треугольники, как в моноклинально залегающих осадочных породах Второй гряды Крымских гор.

Формирование подавляющего большинства складок начинается с послойных срывов (флэтов), переходящих в секущие слои надвига (рэмпы). Без них создание складок невозможно. Поэтому выделение на тектонических картах чисто «складчатой области» - некорректно. Все они складчато-надвиговые. Послойные срывы между толщами разной компетентности в Крыму также игнорируются много лет, хотя они играют важную роль не только на начальных этапах деформаций. Пример тому - региональный Подкуэстовый надвиг в основании Куэстовой моноклинали [2].

Недопустимо выделение в Крыму семи антиклинориев, синклинориев и самого «Горнокрымского мегантиклинория» [5; 13; 15 и др.]. По определению терминов [4], это должны быть региональные антиклинали и синклинали, осложненные мелкими складками с зеркалом складчатости соответственно выпуклой или вогнутой формы. В любом случае они должны иметь два крыла и перегиб. Однако при детальном изучении с построением разрезов доказано, что перегиба и второго крыла у декларируемых крымских «антиклинориев» не существует [2]. Кроме того, такие структуры структурно не сбалансированы, не допускают палинспастическую реконструкцию и не могут существовать как геометрически возможные. Тем не менее, их выделение считается обязательным даже в руководствах по геологической съемке [14].

На месте нереальных антиклинориев нами обоснованы разнопорядковые структуры поп-ап, созданные надвигами и встречно падающими ретронадвигами. Причем в осевой зоне Горнокрымского «мегантиклинория» расположена не антиклиналь, а синклиналь. Подтверждение тому приведено на карте и разрезе Керченского полуострова, расположенного по простиранию от поднятия Горного Крыма (рис. 4). То есть, в общей структуре Горный Крым и Керченский п-ов - не «мегантиклинорий», а поп-ап 3-х порядков.

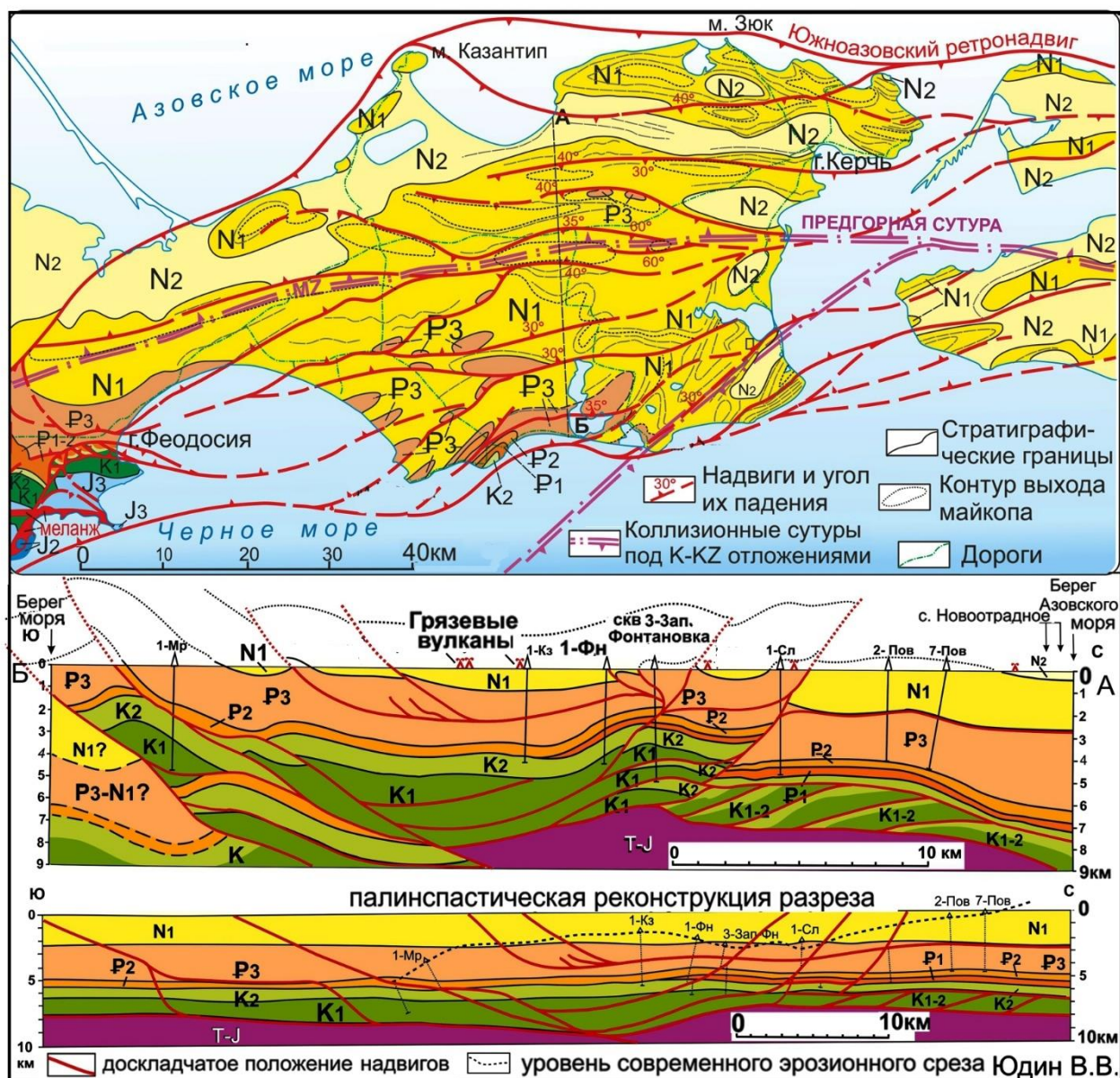


Рис. 4. Сбалансированная геологическая карта и разрез, Керченского полуострова, подтвержденный палинспастической реконструкцией

7. Проблема генезиса тектонических структур во многом определяет правильное представление о строении и геодинамической эволюции Крыма. До настоящего времени она вызывает острые дискуссии. В работах сторонников фиксизма утверждается, что дислокации в таврическом флише имеют гравитационное происхождение [5; 12; 13 и др.].

Однако против оползневого происхождения структур в таврическом флише свидетельствуют следующие факты: 1) общая южная вергентность складок Горного Крыма с северным падением надвигов и обратная вергентность в структурах поп-ап; 2) в надвигах местами выявлена сдвиговая составляющая вплоть до сдвигов с нейтральными складками; 3) закономерное восток-северо-

восточное простираание надвигов и складок (гравигенные структуры обычно разнонаправленные в соответствии с рельефом, сопровождаются обилием сбросов, раздвигов, олистолитов и других структур, характерных для олистостром); 4) наличие в сместителях разрывов гидротермальных минералов (хрусталя, алуштита, хлорита, цеолитов и др.); 5) отсутствие зон растяжения, компенсирующих гравигенную складчатость; 6) отсутствие осевого поднятия, с которого флиш мог бы оползать 7) крупные структуры в таврическом флише представлены концентрическими, а не подобными складками, что свидетельствует о дислокациях уже литифицированной толщи (после декларируемого гравигенного смятия). Кроме того, возраст деформаций по комплексу методов определен как среднеюрско-раннемеловой (в киммеридгах) и неоген-четвертичный (в неокиммеридгах).

В пользу эндогенного происхождения крымских дислокаций также свидетельствуют: высокая и глубокофокусная сейсмичность; очень сильное тангенциальное сжатие принадвиговых антиклиналей; и их палинспастическая реконструкция; морфология бескорневых антиклиналей в плане и в разрезе; выявленные структуры поп-ап, а также эндогенное складчато-надвиговое строение структур Кавказа, расположенных по простираанию Крыма. Несмотря на всё это, многие сотрудники МГУ поныне считают складки в таврическом флише подводно-оползновыми, что отражено в их коллективных публикациях.

На Керченском полуострове складки в кайнозойских отложениях по М.В. Муратову и его последователям также считаются корневыми, до фундамента и образованными в результате действием силы тяжести, вертикальных движений блоков, диапиров и грязевого вулканизма [5; 13; 19; 20]. Однако приведенные для этого аргументы либо неверны, либо присущи и эндогенным структурам. Во-первых, глиняные вулканы и диапиры расположены не только у сводов антиклиналей, но и на их крыльях, и даже в синклиналях (рис. 4). Во-вторых, реальные диапиры в плане изометричны и не могут создавать удлиненные брахиформные и линейные асимметричные антиклинали. То же касается декларируемых сдвигов. В-третьих, по данным бурения и сейсморазведки на Керченском полуострове выявлены дуплексы и структура поп-ап, которые невозможно создать вертикальными диапирами (рис. 4). Глубокое бурение и интерпретации материалов сейсморазведки позволили выявить там сложные структуры тангенциального сжатия [2 и др.]. Глубокофокусная сейсмичность, линейный рельеф, и палинспастическая реконструкция структур (рис. 4), а также многие другие факты позволяют считать гравигенные дислокации на Керченском полуострове лишь локальными и несущественными.

8. Проблемы геологии крымского учебного полигона. В Бахчисарайском районе бассейна р. Бодрак 75 лет проходят учебные геологические практики для многих тысяч студентов ведущих геологических ВУЗов Отечества. Несмотря на ежегодное доизучение района преподавателями, аспирантами и студентами, а

также на многочисленные обсуждения дискуссионных вопросов на семинарах и проведение нескольких специальных конференциях, общепринятая модель строения полигона до сих пор отсутствует. В публикациях поныне сохранились представления сторонников фиксизма прошлых лет [5; 13; 22].

Геологические карты, составленные отдельными преподавателями и коллективами разных ВУЗов противоречивы, структурно несбалансированы и геометрически нереальны. Это хорошо видно в разных вариантах рисовки «разломов», а также в игнорировании действующих правил выделения стратонов и тектонов. В результате на полигоне картируются свиты и толщи, не отвечающие требованиям Стратиграфического кодекса. Противоречивы и не сбалансированы в районе также и государственные геологические карты, изданные в 2008, 2016, 2019 и 2022, 2026 г. под редакцией С.В. Белецкого, например [6; 7].

Важной проблемой геологии полигона является многолетнее игнорирование давно обоснованного и закартированного шарьяжного Симферопольского меланжа [2]. До настоящего времени он отрицается и замалчивается во многих учебных пособиях МГУ, в статьях, диссертациях и авторефератах [20; 21; 23; 24 и др.]. Например, в зоне выхода матрикса и кластолитов этого меланжа, картируются нереальные стратоны эскиординской серии, салгирской, джидаирской, ченской и других свит, [21; 22; 23]. До настоящего времени защищаются кандидатские диссертации и даже одна докторская, основанные на представлениях фиксизма с игнорированием меланжей в Крыму и на учебном полигоне, с выделением нереальных антиклинорий, разломов в том числе и Бодракского. [23; 24].

Под Симферопольским меланжем нами обоснована эндогенная шарьяжная Патильская антиклиналь с дважды опрокинутыми складками в подвёрнутом крыле [2 и др.]. Однако сотрудники МГУ поныне некорректно считают их по М.В. Муратову [13] подводно-оползневыми в крутом моноклиальном разрезе [23, с. 40-41]. В верхней части меланжа много лет выделяются так называемые «глинистые брекчии». Они считаются осадочными в составе бодракской подсвиты, не обоснованной по критериям выделения или состоящими из обломков пород проблематичной эскиординской свиты в глинистом матриксе [21, с. 141]. Однако по комплексу фактов хаотического строения эти брекчии представляют собой матрикс Симферопольского меланжа.

Интерпретация на учебном полигоне глыб из магматических пород как даек и интрузий среди глинистых брекчий нижнебодракской подсвиты [21 и др.] – некорректна. В действительности эти «дайки» представляют собой бескорневые и опрокинутые обломки лавовых потоков в меланже [2]. Реальные же магматические дайки представляют собой интрузивные тела и подушечных лав в них не бывает. Тем не менее, игнорирование меланжа продолжается до настоящего времени и в публикациях, и в кандидатских диссертациях [24].

Давно декларируемый вертикальный «Бодракский разлом» как разрыв с невыясненной морфологией и кинематикой на учебном полигоне недопустим. Однако он много лет рисуется преподавателями МГУ в разных участках бассейна реки Бодрак. На геологических картах других геологов такого «разлома» нет.

Таким образом, выделение в зоне выхода шарьяжного Симферопольского меланжа стратонтов и коренных магматических тел для обучения студентов мы считаем недопустимым. Если продолжать учить студентов и аспирантов картировать нереальные вертикальные блоки и разломы, а также противоречащие кодексам РФ свиты и толщи на месте меланжей, то будет составлено ещё много новых противоречивых и геометрически нереальных геологических карт. И подобные карты будут не только на учебном полигоне, но и в других районах России, куда после обучения приедут работать молодые геологи. То есть геологические проблемы Бодракского полигона становятся общероссийскими.

9. Политические проблемы геологии Крыма появились после его воссоединения с Россией. За короткий срок после этого большие коллективы зарубежных геологов из Украины, Франции, Польши, Германии и других стран получили финансирование, провели полевые работы и опубликовали ряд статей об «открытиях» в геологии полуострова [25 и др.]. При этом были проигнорированы результаты вековых российских исследований.

Например, на основе точечных определений микрофауны в меланжах, декларировалось следующее: раннемеловой возраст таврического флиша с известной макрофауной позднего триаса-средней юры, палеогеновый возраст демерджийской свиты с фауной келловой-киммериджа, четвертичный возраст мазанской свиты с раннемеловой фауной и др. [25]. То, что в таких публикациях выдавалось за новое в стратиграфии и тектонике было неправильным, а то, что написано верно, то давно известно по обоснованным выводам предшествующих российских исследователей. Несмотря на наши критические статьи [26 и др.], эти проблемы остаются и дополняются в статьях украинских коллег, отрицающих крымские надвижки и упорно ставящих на своих рисунках с изображениями Крыма некорректную надпись «Украина».

К важной политической проблеме можно отнести следующее. Ещё в Украинском Крыму при сокращении и прекращении финансирования были уничтожены все геологические организации: «Крымгеология» (Южэкогеоцентр), «Крымгеофизика» и др. Та же участь постигла Институт минеральных ресурсов (ИМР) Академии наук, который после переподчинений и переименований в Крымское отделение УкрГГРИ, перестал финансироваться и был закрыт [27]. В Российском Крыму это положение осталось без изменений до настоящего времени и в здании ИМРа, построенного в 1947 году как филиал Крымской академии наук, ныне расположен ГСУ Следственного комитета РФ в РК. Поэтому в Крыму 15 лет решать геологические проблемы стало некому, и подобные работы велись лишь энтузиастами без государственной поддержки.

10. Проблема «пересказов» геологических публикаций «ИИ Алисы».

Каждый исследователь знает, насколько сложно и важно составить краткий автореферат своей публикации. В нём каждое слово, термин и запятая играют важную роль для понимания сути работы. Однако разработанный за рубежом ИИ под именем «Алиса» стал навязчиво предлагать в интернете то, что и так делает сам автор в своем автореферате. Это так называемые «пересказы» статьи или монографии без всякой корректуры и научного редактирования. По-русски пересказ» (от слова сказать) относится к словесному изложению устной живой речи, а подобное творение ИИ следует называть переизложением.

«Алиса» безграмотно и безнаказанно переизлагает многочисленные публикации, не имея представления о геологии, не понимая сути терминов, закономерностей строения и истории разных взглядов на строение конкретного региона. Такие «пересказы» оскорбительно искажают смысл исследований, причём автор даже не имеет права официально опровергнуть клевету и нарушение его авторского права. Например, на одной странице «пересказа» статьи, обнаружено 80(!) недопустимых ошибок, искажающих смысл статьи (https://www.researchgate.net/publication/399127715_504a_Otvet_Alise_na_pereska_z_stati_No_504).

С такими нарушениями встречались все, кто читал подобные творения ИИ. Доходит до того, что Алиса в «пересказах» приписывает авторам чужие цитаты из работ, противоположных по смыслу рассматриваемой публикации. Считается, что бороться с ИИ бесполезно и такие нарушения продолжаются.

По нашему мнению, недопустимое переизложение Алисой научных публикаций, является частью антироссийской информационной войны. Учитывая массовый характер подобных «пересказов», в Роскомнадзоре необходима блокировка этого контента <https://news.mail.ru/society/69483590/>. В ином случае такие «интернет-дроны» приведут к хаосу и регрессу в российской и мировой науке.

Кроме рассмотренных выше проблем, в геологии Крыма существуют менее актуальные, но также существенные вопросы. К ним относятся: коренное или аллохтонное положение в Горном Крыму конкретных магматических тел; генезис и кинематика сейсмогенных зон; выделение многочисленных проблематичных фаз складчатости; связь с «разломами» рек, линеаментов, пещер и источников; отрицание выявленных коллизионных швов и других структур актуалистической геодинамики; возрождение концепции фиксизма с его устаревшей терминологией и др.

Выводы: Рассмотренные проблемы в геологии Крыма и в сходных по строению складчато-надвиговых областях связаны с продолжающейся 70-лет сменой парадигм фиксизма на теорию актуалистической геодинамики. Для решения проблем и создания общепринятых геологических карт и разрезов, необходимо строго соблюдать структурную сбалансированность построений,

Стратиграфический и Тектонический кодексы РФ, а также современную теорию актуалистической геодинамики.

Приходится констатировать, что почти все геологические карты и разрезы Крыма, в фиксистских и мобилистских интерпретациях, не соответствуют структурной сбалансированности. Они не допускают палинспастическую реконструкцию, вследствие чего их нельзя считать геометрически реальными. Пересмотра требуют и многочисленные крымские свиты, выделенные в микститах с нарушением Стратиграфического кодекса. Контроль за решением проблем противоречивости геологических карт и недопустимости создания некорректных результатов исследований, следует возложить на Научно-редакционные советы НИИ, специализированные советы ВАК, ученые и редакционные советы журналов.

Автор выражает благодарность коллегам, доктору геол.-мин. наук Д.Н. Ремизову и кандидату геол.-мин. наук Б.А. Зайцеву за обсуждения проблем геологии Крыма и рукописи статьи.

Финансирование. Исследование выполнено по личной инициативе за счет автора.

Financing. The research was carried out on his own initiative and at his own expense.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 1995. 480 с.
2. Юдин В.В. Геодинамика Крыма. Симферополь, ДИАЙПИ, 2011. 336 с.
https://www.researchgate.net/publication/272785219_320_GEODINAMIKA_KR_YMA_Monografia
<https://istina.msu.ru/publications/book/820130880/>
3. Борисенко Л.С., Брагин Ю.Н., Васильев И.Н. и др. (17 соавторов) Дискуссии по концептуальным вопросам геодинамики Крымско-Черноморского региона В сб.: Геодинамика Крымско-Черноморского региона. Симферополь. 1997. С. 135-148.
4. Геологический словарь. В трех томах. Издание третье, перераб. и доп. / Гл. ред. О.В. Петров. В 3-х томах. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. 432 с.
5. Геология СССР. Отв. редактор М.В. Муратов Т. 8. Крым. Ч. 1. Геологическое описание. М.: Недра, 1969. 575 с.
6. Фиколина Л. А. Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:1000000. Третье поколение. Серия Скифская. Лист L–36– Симферополь. Геологическая карта дочетвертичных образований, гл. научный редактор Белецкий С.В. Изд-во ВСЕГЕИ, 2019.
7. Фиколина Л.А., Белецкий С.В., Белокрыс О.А. и др. Государственная геологическая карта РФ, масштаба 1:1000000. 3-е поколение. Сер. Скифская. Лист L–36 – Симферополь. Объяснительная записка / Минприроды России, Роснедра, ФГБУ «ВСЕГЕИ», ГУП РК «Крымгеология». СПб.: Изд-во

- ВСЕГЕИ, 2019. 979 с. https://webftp.vsegei.ru/GGK1000/L-36_K-36/L-36_K-36_ObZap.pdf
8. *Ломакин И.Э., Иванов В.Е., Кочелаб В.В.* Тектонические факторы развития новейших геодинамических процессов Юго-Западного Крыма // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. № 3., Киев: НАН Украины, 2014. С. 61-74.
 9. *Кузнецов Н.Б., Страшко А.В., Романюк Т.В. и др.* Первые результаты U–Th–Pb датирования детритового циркона из ченских песчаников – вклад в стратиграфию киммерид Горного Крыма // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2014, том 32, №3, С. 56-87. DOI: 10.31857/S0869592X24030031
 10. *Плахотный Л.Г.* Байкалиды Крыма // Бюлл. МОИП, отд. геол. М., 1988. №3. С. 77-84.
 11. *Плахотный Л.Г.* Герциниды Крыма. // Геол. журнал. К., 1988а. №4. С. 76–85.
 12. *Фролов В.Т.* О модных интерпретациях геологической истории Крыма // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1998. Т. 73, вып. 6. С. 13-20.
 13. *Муратов М.В.* Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова. М., 1960. 207 с.
 14. *Бостриков О.И., Гусев Н.И., Довбня А. В. и др.* (23 соавтора) Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000 (второго издания). Версия 1.5. / Отв. редактор В. Р. Вербицкий, М. А. Шишкин. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2022. 198 с.
 15. *Пивоваров С.В., Борисенко Л.С., Чуба Б.С. и др.* Геологическая карта Горного Крыма. Масштаб 1:200 000. /. Глав. ред. Деренюк Н.Е. (Объяснительная записка). Киев, 1984. 134 с.
 16. *Борисенко Л.С.* О фактологической основе надвиговых моделей Крыма // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1998. Т. 73, вып. 6. С. 21-24/
 17. *Казанцев Ю.В.* Тектоника Крыма. М. Наука, 1982. 112 с.
 18. *Гинтов О.Б., Борисенко Л.С.* О структурной позиции верхнеюрских образований Горного Крыма / Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 74, вып. 6. М., 1999. - С. 38-51.
 19. *Белобородов Д.Е.* Геодинамические условия проявления грязевого вулканизма Керченско-Таманской области. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геол.-мин. наук по специальности Геотектоника и геодинамика. М., ИФЗ РАН, 2022. 28 с.
 20. *Гайдалёнок О.В.* Структура Керченско-Таманской зоны складчатых деформаций Азово-Кубанского прогиба. Автореферат диссертации на соискание уч. степени кандидата геол.-мин наук М, МГУ, 2020. 27 с.
 21. *Никишин А.М., Вознесенский Е.А., Правикова Н.В. и др.* (19 соавторов). Практика по полевым методам геологических исследований: Учебное пособие

- / Ред. А.М. Никишин, Н.В. Правикова, В.В. Шанина. М.: «КДУ», «Добросвет», 2020. 1064 с. DOI: 10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1152-8-2020-1064
22. Муратов М. В. Геология Крымского полуострова / В кн.: Руководство по учебной геологической практике в Крыму. Т. II. М.: "Недра". 1973. 192 с.
 23. Брянцева Г.В., Веселовский Р.В., Гуцин А.И. и др. (13 соавторов) Маршруты Крымской учебной практики по общей геологии: учебное пособие, / Под общей редакцией Р.В. Веселовского, М.А. и др. М.: Грифон, 2022. 268 с. [электронное издание] <https://www.geokniga.org/books/31573>
 24. Овсянников Г.Н. Геология, минералогия и петрология островодужного базитового Первомайско-Аюдагского интрузивного комплекса Горного Крыма. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геол.-мин. наук. М., МГУ, 2026. 24 с.
 25. Шеремет Е., Соссон М., Гинтов О и др. Ключевые проблемы стратиграфии восточной части Горного Крыма. Новые микропалеонтологические данные датирования флишевых пород // Геофизический журнал. Т. 36. № 2. Киев. 2014. С. 35-56. https://www.researchgate.net/publication/399127251_504_Tektonika_u_istocniko_v_podzemnyh_vod_Kryma
 26. Юдин В.В., Ремизов Д.Н., Аркадьев В.В., Юровский Ю.Г. Зарубежные «открытия» в геологии Крыма // Региональная геология и металлогения. СПб, ВСЕГЕИ. № 68. 2016. С.73-80. <https://istina.msu.ru/publications/article/423836064/> https://www.researchgate.net/publication/313424285_370_Zarubeznye_otkrytia_v_geologii_Kryma
 27. Юровский Ю.Г. Хроника пикирующего НИИ. Симферополь, ИТ «АРИАЛ», 2014. 190 с.

REFERENCES

1. Xain V.E., Lomize M.G. Geotektonika s osnovami geodinamiki: Uchebnik. M.: Izd-vo MGU, 1995. 480 s.
2. Yudin V.V. Geodinamika Kry`ma.. Simferopol', DIAJPI, 2011. 336 s. https://www.researchgate.net/publication/272785219_320_GEODINAMIKA_KRYMA_Monografia <https://istina.msu.ru/publications/book/820130880/>
3. Borisenko L.S, Bragin Yu.N., Vasil'ev I.N. i dr. Diskussii po konceptual'ny'm voprosam geodinamiki Kry`msko-Chernomorskogo regiona V sb.: Geodinamika Kry`msko-Chernomorskogo regiona. Simferopol'. 1997. S. 135-148.
4. Geologicheskij slovar`. V trex tomax. Izdanie tret'e, pererab. i dop. / Gl. red. O.V. Petrov. T. 1. A–J. – SPb.: Izd-vo VSEGEI, 2010. 432 s.
5. Geologiya SSSR. Otv. redaktor M.V. Muratov T. 8. Kry`m. Ch. 1. Geologicheskoe opisanie. M.: Nedra, 1969. 575 s.
6. . Fikolina L. A. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF masshtaba 1:1000000. Tret'e pokolenie. Seriya Skifskaya. List L–36– Simferopol'. Geologicheskaya karta

- dochetvertichny`x obrazovanij, gl. nauchny`j redaktor Beleczkij S.V. Izd-vo VSEGEI, 2019.
7. Fikolina L.A., Beleczkij S.V., Belokry`s O.A. i dr. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta RF, masshtaba 1:1000000. 3-e pokolenie. Ser. Skifskaya. List L-36 – Simferopol`. Ob`yasnitel`naya zapiska / Minprirody` Rossii, Rosnedra, FGBU «VSEGEI», GUP RK «Kry`mgeologiya». SPb.: Izd-vo VSEGEI, 2019. 979 s. https://webftp.vsegei.ru/GGK1000/L-36_K-36/L-36_K-36_ObZap.pdf
 8. Lomakin I.E., Ivanov V.E., Kochelab V.V. Tektonicheskie faktory` razvitiya novejshix geodinamicheskix processov Yugo-Zapadnogo Kry`ma // Geologiya i polezny`e iskopaemy`e Mirovogo okeana. № 3., Kiev: NAN Ukrainy`, 2014. S. 61-74.
 9. Kuzneczov N.B., Strashko A.V., Romanyuk T.V. i dr. Pervy`e rezul`taty` U–Th–Pb datirovaniya detritovogo cirkona iz chenskix peschanikov – vklad v stratigrafiyu kimmerid Gornogo Kry`ma // Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyaciya, 2014, tom 32, №3, S. 56-87. DOI: 10.31857/S0869592X24030031
 10. Plaxotny`j L.G. Bajkalidy` Kry`ma.//Byull. MOIP, otd. geol. M., 1988. №3. S. 77-84.
 11. Plaxotny`j L.G. Gercinidy` Kry`ma.//Geol. zhurnal. K., 1988. №4. S. 76–85.
 12. Frolov V.T. O modny`x interpretacijax geologicheskoy istorii Kry`ma // Byul. MOIP. Otd. geol. 1998. T. 73, vy`p. 6. S. 13-20.
 13. Muratov M.V. Kratkij ocherk geologicheskogo stroeniya Kry`mskogo poluostrova. M., 1960. 207 s.
 14. Bostrikov O.I., Gusev N.I., Dovbnya A.V. i dr. (23 soavtora) Metodicheskoe rukovodstvo po sostavleniyu i podgotovke k izdaniyu listov Gosudarstvennoj geologicheskoy karty` Rossijskoj Federacii masshtaba 1 : 200 000 (vtorogo izdaniya). Versiya 1.5. / Otv. redaktor V.R. Verbiczkiy, M. A. Shishkin.– SPb.: Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2022. 198 s.
 15. Pivovarov S.V., Borisenko L.S., Chuba B.S. i dr. Geologicheskaya karta Gornogo Kry`ma. Masshtab 1:200 000. /. Glav. red. Derenyuk N.E. (Ob`yasnitel`naya zapiska). Kiev, 1984. 134 s.
 16. Borisenko L.S. O faktologicheskoy osnove nadvigovy`x modelej Kry`ma // Byul. MOIP. Otd. geol. 1998. T. 73, vy`p. 6. S. 21-24/
 17. Kazancev Yu.V. Tektonika Kry`ma. M. Nauka, 1982. 112 s.
 18. Gintov O.B., Borisenko L.S. O strukturnoj pozicii verxneyurskix obrazovanij Gornogo Kry`ma / Byull. MOIP, otd. geol., t. 74, vy`p. 6. M., 1999. - S. 38-51.
 19. Beloborodov D.E. Geodinamicheskie usloviya proyavleniya gryazevogo vulkanizma Kerchensko-Tamanskogj oblasti. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata geol.-min. nauk po special`nosti Geotektonika i geodinamika. M., IFZ RAN, 2022. 28 s.
 20. Gajdalyonok O.V. Struktura Kerchensko-Tamanskoj zony` skladchaty`x deformacij Azovo-Kubanskogo progiba. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uch. stepeni kandidata geol.-min nauk M, MGU, 2020. 27 s.

- 21 Nikishin A.M., Voznesenskij E.A. Pravikova N.V i dr. (19 soavtorov). Praktika po polevy'm metodam geologicheskix issledovanij: Uchebnoe posobie / Red. A.M. Nikishin, N.V. Pravikova, V.V. Shanina. M.: «KDU», «Dobrosvet», 2020. 1064 s. DOI: 10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1152-8-2020-1064
22. Muratov M. V. Geologiya Kry'mskogo poluostrova / V kn.: Rukovodstvo po uchebnoj geologicheskoy praktike v Kry'mu. T. II. M.: Nedra. 1973. 192 s.
23. Bryanceva G.V., Veselovskij R.V., Gushhin A.I. i dr. (13 soavtorov) Marshruty` Kry'mskoj uchebnoj praktiki po obshhej geologii: uchebnoe posobie, / Pod obshhej redakciej R.V. Veselovskogo, M.A. i dr. M.: Grifon, 2022. 268 s. [e`lektronnoe izdanie] <https://www.geokniga.org/books/31573>
24. Ovsyannikov G.N. Geologiya, mineralogiya i petrologiya ostrovoduzhnogo bazitovogo Pervomajsko-Ayudagskogo intruzivnogo kompleksa Gornogo Kry'ma. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata geol.-min. nauk. M., MGU, 2026. 24 s.
25. Sheremet E., Sosson M., Gintov O i dr. Klyuchevy`e problemy` stratigrafii vostochnoj chasti Gornogo Kry'ma. Novy`e mikropaleontologicheskie danny`e datirovaniya flishevy`x porod // Geofizicheskij zhurnal. T. 36. № 2. Kiev. 2014. S. 35-56.
https://www.researchgate.net/publication/399127251_504_Tektonika_u_istocniko_v_podzemnyh_vod_Kryma
26. Yudin V.V., Remizov D.N., Arkad`ev V.V., Yurovskij Yu.G. Zarubezhny`e «otkry`tiya» v geologii Kry'ma // Regional`naya geologiya i metallogeniya. SPb, VSEGEI. № 68. 2016. S.73-80.
<https://istina.msu.ru/publications/article/423836064/>
https://www.researchgate.net/publication/313424285_370_Zarubezhnye_otkrytia_v_geologii_Kryma
27. Yurovskij Yu.G. Xronika pikiruyushhego NII. Simferopol`, IT «ARIAL», 2014. 190 s.

Сведения об авторах:

Юдин Виктор Владимирович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Академик Межрегиональной общественной организации Крымская академия наук. 295011, Российская Федерация г. Симферополь, ул. Севастопольская, 22. ORCID ID: 0000-0002-0969-020X. E-mail: yudin_v_v@mail.ru.

Author's personal details:

Yudin Viktor Vladimirovich, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Academician of the Interregional Public Organization "Crimean Academy of Sciences." 22 Sevastopolskaya St., Simferopol, 295011, Russian Federation. ORCID ID: 0000-0002-0969-020X. E-mail: yudin_v_v@mail.ru.

© Юдин В.В.

ТЕНДЕНЦИИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПЕРМСКОМ КРАЕ**© Кузнецов Александр Игоревич**

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

г. Уфа, Российская Федерация

Аннотация. Статья посвящена комплексной анализу экологической динамики Пермского края в 2021-2025 гг., охватывающему инвестиционные и технологические стороны природоохранной деятельности региона. Выявлено, что за исследуемый период число особо охраняемых территорий увеличилось с 365 до 375 объектов (+1,8%), при этом их совокупная площадь возросла лишь на 0,2% и достигла 1685,9 тыс.га. Наиболее заметный прирост отмечен среди территорий местного значения, число которых выросло на 3,8%, а площадь – на 4,8%. Инвестиционная динамика в охрану окружающей среды характеризуется неоднородностью, при которой общий объем вложений в природоохранные мероприятия сократился на 1,8% (до 8840,5 млн руб.), при этом расходы на охрану атмосферного воздуха увеличились в 4,3 раза, достигнув 450,1 млн руб. Одновременно затраты на экологическую реабилитацию снизились на 58,7%, что формирует долгосрочные риски для восстановления нарушенных экосистем. Отмечается значительное повышение технологической эффективности экологического контроля. Объем улавливаемых загрязняющих веществ вырос в 2,7 раза, достигнув 2691,5 тыс.тонн, а доля улавливания увеличилась с 78,3 до 90,2%. Количество утилизированных загрязняющих веществ возросло в 2,8 раза и составило 2534,1 тыс.тонн. Полученные результаты позволяют охарактеризовать экологическую политику региона как динамично развивающуюся, но требующую более сбалансированного распределения ресурсов и усиления мер по экологической реабилитации.

Ключевые слова: охрана окружающей среды, инвестиции, сточные воды, экология, климат, атмосфера, вредные вещества.

ENVIRONMENTAL PROTECTION TRENDS IN PERM KRAI**© Kuznetsov Alexander Igorevich**

Ufa University of Science and Technology

Ufa, Russian Federation

Abstract. This article presents a comprehensive analysis of environmental dynamics in Perm Krai from 2021 to 2025, covering the investment and technological aspects of the region's environmental protection activities. The study reveals that during this period, the number of specially protected areas increased from 365 to 375 sites (+1.8%), while their total area grew by only 0.2%, reaching 1,685.9 thousand hectares. The most notable growth was observed among areas of local significance, where the number of sites rose by 3.8% and the total area by 4.8%. Investment trends in environmental protection were uneven: while total investment in environmental measures decreased by 1.8% (to 8,840.5 million rubles), spending on atmospheric air protection increased 4.3-

Для цитирования: Кузнецов А. И. Тенденции охраны окружающей среды в Пермском крае // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2026. № 2. С. 95-104. DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-95-104.

fold, reaching 450.1 million rubles. Concurrently, expenditures on environmental remediation fell by 58.7%, creating long-term risks for the restoration of degraded ecosystems. A significant improvement in the technological efficiency of environmental control is noted. The volume of captured pollutants increased 2.7-fold, reaching 2,691.5 thousand tonnes, and the capture rate rose from 78.3% to 90.2%. The quantity of utilized pollutants increased 2.8-fold, totaling 2,534.1 thousand tonnes. These results characterize the region's environmental policy as dynamically developing but requiring a more balanced allocation of resources and strengthened measures for environmental remediation.

Keywords: environmental protection, investments, wastewater, ecology, climate, atmosphere, harmful substances.

Введение. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов традиционно занимают центральное место в исследованиях российских ученых. Вопросы организации и стимулирования раздельного сбора и утилизации твердых бытовых отходов посвящена работа А. В. Федотова [1]. Вопросы недропользования в границах особо охраняемых природных территорий и их охранных зон раскрыты в работе М. С. Великой, Юшина Д. М. [2]. Методологические подходы к оценке экологического ущерба, возникающего при разливах нефтепродуктов при сливе из железнодорожных цистерн, разработаны Кузьминым О. С., Пиотровичем А. А., Луценко А. Н., Куликовой Е. С. [3]. Современные подходы к очистке сточных вод в условиях цифровизации раскрыты в работе Щипанова А. В. [4]. Перспективы повышения эффективности природопользования раскрыты в исследованиях Маркова Д. П., Байгильдинова А. У. [5], Медведевой Н. В. [6], Микаевой С. А. [7], Собянина А. А. [8] и многих других авторов.

Ряд исследователей подчеркивает возрастающую роль информационных технологий в сфере экологического мониторинга и анализа больших массивов данных. Особое внимание уделяется вопросам охраны окружающей среды в контексте трансформации пространственного развития городских агломераций и усиления урбанизационных процессов. Среди значимых работ можно отметить исследования Кайзера Ф. Ю., Брежа О. А., Зайцевой А. И., Лисиной Н. Л. [9], Чайковской Л. В., Леоновой И. С., Четвериковой Е. И. [10], Ревунов С. В. [11], Коваленко А. И., Светлаков А. Г. [12], Куделькин Н. С. [13], Ивашкина И. В., Григорьева М. А. [14], Алмановой Ш. С. [15] и других авторов.

Цель исследования заключается в выявлении ключевых тенденций и проблем в сфере охраны окружающей среды.

Методы исследования. В работе применены статистические и монографические методы исследования.

Результаты исследования. В Пермском крае вопросам охраны окружающей среды уделяется серьезное внимание. Инвестиции в основной капитал поддерживаются на уровне, соответствующем финансовым возможностям регионального бюджета, что обеспечивает устойчивость экологических программ и проектов.

Таблица 1 – Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов (в фактически действовавших ценах; миллионов рублей) [16]

Показатели	2021	2022	2023	2024	2025	2025 г. в % к 2021 г.
Всего	9001,8	9743,7	11781,2	7886	8840,5	98,2
на охрану атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата	104,1	173,9	188	578,4	450,1	432,4
обращение со сточными водами	1785,3	2890,5	2032,5	2196,7	1805,5	101,1
защиту и экологическую реабилитацию	608,3	430,9	375,4	425,3	251,1	41,3

Несмотря на то, что общий размер инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, за период с 2021 по 2025 гг. уменьшился на 1,8% (до 8840,5 млн руб.), структура этих расходов претерпела существенные изменения. В частности, затраты на охрану атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата увеличилась в 4,3 раза, достигнув 450,1 млн руб. Затраты на обращение со сточными водами продемонстрировали умеренный рост на 1,1%, тогда как расходы на защиту и экологическую реабилитацию сократились в 2,4 раза (на 58,7%), составив лишь 251,1 млн рублей.

Доля затрат на охрану окружающей среды представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Доля затрат на охрану окружающей среды (%) [16]

Наибольший удельный вес в Пермском крае стабильно принадлежит расходам на обращение со сточными водами. В 2021 г. значение данного показателя было равным 19,8%, в 2022 г. – 29,7%, в 2023 г. – 17,3%, в 2024 г. – 27,9%, в 2025 г. – 20,4%.

Расходы на защиту и экологическую реабилитацию занимали 6,8% в 2021 г., 4,4% в 2022 г., 3,2% в 2023 г., 5,4% в 2024 г. и 2,8% в 2025 г.

Наименьшая доля приходилась на охрану атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата 1,2% в 2021 г., 1,8% в 2022 г., 1,6% в 2023 г., 7,3% в 2024 г., 5,1% в 2025 г.

В регионе наблюдается устойчивый рост числа и площади особо охраняемых природных территорий, что подтверждается данными официальной статистики, представленными в таблице 2.

Таблица 2 – Особо охраняемые природные территории Пермского края [16]

Годы	Всего		В том числе					
			федерального значения		регионального значения		местного значения	
	число	площадь, тыс.га	число	площадь, тыс.га	число	площадь, тыс.га	число	площадь, тыс.га
2021	365	1683,1	2	279,3	257	1382,9	106	20,9
2022	366	1684,7	2	279,3	257	1384,1	107	21,3
2023	371	1685,8	2	279,3	260	1384,8	109	21,8
2024	372	1685,9	2	279,3	260	1384,8	110	21,9
2025	372	1685,9	2	279,3	260	1384,8	110	21,9
2025 в% к 2021	101,9	100,2	100,0	100,0	101,2	100,1	103,8	104,8

За период с 2021 по 2025 гг. число охраняемых природных территорий Пермского края увеличилось с 365 до 375, что соответствует приросту на 1,9%. Их совокупная площадь возросла лишь на 0,2%, достигнув 1685,9 тыс.га. Параметры природных территорий федерального значения в рассматриваемой динамике остались неизменными, в крае функционируют две такие территории общей площадью 279,3 тыс.га. Что касается особо охраняемых природных территорий регионального значения, то их число возросло с 257 до 260 (+1,2%), а площадь – с 1382,9 до 1384,8 тыс.га (+0,1%).

В Пермском крае за период с 2021 по 2025 гг. возросло число особо охраняемых природных территорий местного значения со 106 до 110 (т.е. на +3,8%), а их размер возрос с 20,9 до 21,9 тыс.га (+4,8%).

Вопросы улавливание выбросов и утилизации загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, занимают значимое место в экологическое повестке Пермского края (таблица 3).

Таблица 3 – Выбросы, улавливание и утилизация загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников [16]

Показатели	2021	2022	2023	2024	2025	2025 г. в% к 2021 г.
Выброшено в атмосферу загрязняющих веществ, тыс.тонн	275,2	274,6	285,7	294,5	292,7	106,4
Уловлено и обезврежено загрязняющих атмосферу веществ, тыс.тонн	989,7	1022,6	1183,3	2645,7	2691,5	272,0
в процентах от общего количества загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников	78,3	78,8	80,6	90,0	90,2	115,2
Использовано (утилизировано) загрязняющих атмосферу веществ, тыс.тонн	920,9	832,9	1110,9	2566,4	2534,1	275,2
в процентах от общего количества загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников	93,0	81,4	93,9	97,0	94,2	101,3

Размеры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за период с 2021 по 2025 гг. возросло с 275,2 до 292,7 тыс. тонн, т.е. на 6,4%. Уловлено и обезврежено загрязняющих атмосферу веществ в 2025 г. в 2,7 раза больше, чем в 2021 г., это значение составляет 2691,5 тыс.тонн. В процентах от общего количества загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников 2021 г. – 78,3%, в 2022 г. – 78,8%, в 2023 г. - 80,6%, в 2024 г. – 90,0%, в 2025 г. – 90,2%.

Количество утилизированных загрязняющих атмосферу веществ за период с 2021 по 2025 гг. возросло в 2,8 раза, достигнув 2534,1 тыс.тонн. В процентах от общего количества загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников в 2021 г. – 93,0%, в 2022 г. – 81,4%, в 2023 г. – 93,9%, в 2024 г. – 97%, в 2025 г. – 94,2%.

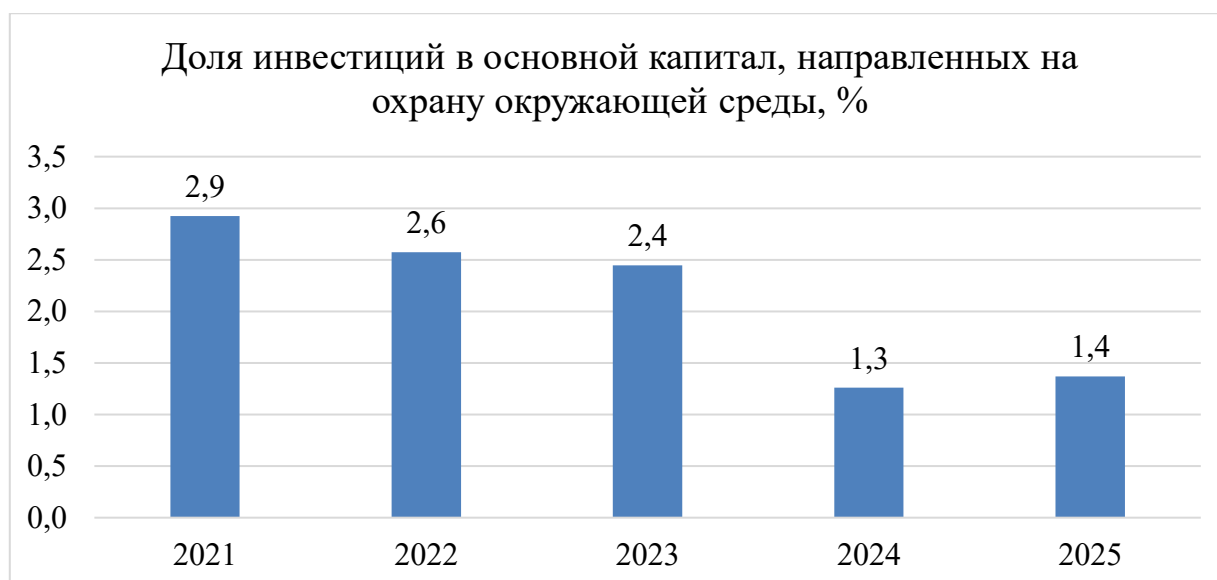


Рисунок 2 – Доля инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды в Пермском крае, % [16]

Несмотря на положительные тренды в экономике региона Пермского края, рост числа занятых, объема отгруженных товаров собственного производства, рост добычи полезных ископаемых, развитие отрасли сельского хозяйства и т.д., доля инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды в динамике с 2021 по 2025 гг. уменьшился с 2,9 до 1,4%. Что свидетельствует о значительном потенциале развития данного направления в перспективе.

Выводы. Экологические вопросы по защите окружающей среды находятся под контролем регионального управления. В Пермском крае наблюдается умеренный прогресс, расширение сети особо охраняемых природных территорий, что отражает укрепление природоохранного каркаса региона. Прирост числа особо охраняемых природных территорий на всех уровнях: федеральном, региональном и местном свидетельствует о последовательной работе по сохранению природного наследия. Минимальным прирост их общей площади указывает на то, что расширение происходит преимущественно за счет организационно-правовых решений, а не за счет включения новых значимых природных массивов.

В сфере атмосферной охраны фиксируется противоречивая динамика. С одной стороны, объем выбросов загрязняющих веществ увеличился на 6,4%, что отражает рост промышленной нагрузки. С другой стороны, резкое увеличение объемов улавливания и утилизации загрязняющих веществ (в 2,7 и 2,8 раза соответственно) демонстрирует существенное повышение технологической оснащенности предприятий и эффективность природоохранных мероприятий. Доля улавливания, достигшая 90,2% в 2025 г., является показателем высокого уровня экологического контроля.

Инвестиционная динамика, характеризующаяся уменьшением общего объема инвестиций в природоохранную сферу на 1,8% при одновременном росте расходов на охрану атмосферного воздуха, свидетельствует о перераспределении бюджетных расходов в пользу наиболее критичных направлений. Однако снижение затрат на экологическую реабилитацию на 58,7% может привести к накоплению экологических рисков в долгосрочной перспективе.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Федотов, А. В. Зарубежный опыт организации и стимулирования раздельного сбора и утилизации твердых бытовых отходов на региональном уровне / А. В. Федотов // Вопросы региональной экономики. – 2019. – № 4(41). – С. 54-62. – EDN ZRMBFY.
2. Великая, М. С. б. Недропользование в границах особо охраняемых природных территорий: поиск баланса интересов / М. С. б. Великая, Д. М. Юшина // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2026. – № 1(198). – С. 59-67. – EDN BENNTU.
3. Совершенствование методов оценки и снижения степени загрязнения окружающей среды от разливов нефтепродуктов при их выгрузке из железнодорожных цистерн / О. С. Кузьмин, А. А. Пиотрович, А. Н. Луценко, Е. С. Куликова // Транспортное дело России. – 2026. – № 3. – С. 185-187. – EDN MIYMJD.
4. Щипанов, А. В. Цифровизация и процессный подход в управлении очисткой сточных вод: преимущества и вызовы / А. В. Щипанов // Экология промышленного производства. – 2026. – № 1(133). – С. 36-40. – DOI 10.52190/2073-2589_2026_1_36. – EDN WZGTFC.
5. Марков, Д. П. Стратегия повышения эффективности природопользования / Д. П. Марков, А. У. Байгильдина // Экономика и управление: научно-практический журнал. – 2026. – № 3(189). – С. 37-42. – DOI 10.34773/EU.2026.3.6. – EDN VHCVAE.
6. Медведева, Н. В. Реализация принципов устойчивого развития в современных российских компаниях: ограничения и барьеры / Н. В. Медведева // Мониторинг правоприменения. – 2026. – № 1(58). – С. 234-240. – DOI 10.24412/2226-0692-2026-1-234-240. – EDN UNBBXO.
7. Микаева, С. А. Географические информационные системы и технологии в экологии / С. А. Микаева // Справочник. Инженерный журнал. – 2025. – № 7(340). – С. 65-70. – DOI 10.14489/hb.2025.07.pp.065-070. – EDN RBASXX.
8. Собянин, А. А. Право на благоприятную окружающую среду: современные правовые реалии / А. А. Собянин // Российский научный вестник. – 2026. – № 1. – С. 47-53. – DOI 10.24412/2782-3830-2026-1-47-53. – EDN UJMZLS.
9. Оценка эколого-экономической устойчивости городских агломераций Российской Федерации / Ф. Ю. Кайзер, О. А. Брель, А. И. Зайцева, Н. Л.

- Лисина // Экономика региона. – 2025. – Т. 21, № 1. – С. 45-60. – DOI 10.17059/ekon.reg.2025-1-4. – EDN ZZMETV.
10. Чайковская, Л. В. Зеленый лесопарковый пояс в г. Курске и его влияние на качество городской среды / Л. В. Чайковская, И. С. Леонова, Е. И. Четверикова // БСТ: Бюллетень строительной техники. – 2025. – № 7(1091). – С. 32-35. – EDN BGLIVQ.
 11. Ревунов, С. В. Анализ реализации природоохранных мероприятий на муниципальном уровне (на примере города Новочеркасска Ростовской области) / С. В. Ревунов // Наука и бизнес: пути развития. – 2025. – № 1(163). – С. 100-103. – EDN DQWPLF.
 12. Коваленко, А. И. К вопросу о проведении специальных операций по предупреждению и ликвидации экологических последствий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера / А. И. Коваленко, А. Г. Светлаков // Вестник Пермского университета. Геология. – 2025. – Т. 24, № 3. – С. 292-297. – DOI 10.17072/psu.geol.24.3.292. – EDN VWXSHF.
 13. Куделькин, Н. С. Территориальная охрана окружающей среды мегаполиса как элемент рационального природопользования / Н. С. Куделькин // Государство и право. – 2026. – № 3. – С. 130-136. – DOI 10.7868/S2713039826030129. – EDN RJRDTW.
 14. Ивашкина, И. В. Экодиагностика городской территории в составе Генерального плана крупного города / И. В. Ивашкина, М. А. Григорьева // Архитектура и строительство России. – 2024. – № 2(250). – С. 46-49. – EDN SFNWFJ.
 15. Аманова, Ш. С. Направления развития городских агроэкосистем и их экологические последствия / Ш. С. Аманова // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2024. – № 1. – С. 15-24. – EDN PKOAJQ.
 16. Пермский край в цифрах. Пермь: Пермьстат, 2026. 179 с.

REFERENCES

1. Fedotov, A. V. Foreign experience in organizing and incentivizing the separate collection and disposal of municipal solid waste at the regional level / A. V. Fedotov // Issues of Regional Economy. – 2019. – No. 4(41). – P. 54-62. – EDN ZRMBFY.
2. Velikaya, M. S. Subsoil use within the boundaries of specially protected natural areas: seeking a balance of interests / M. S. Velikaya, D. M. Yushina // Mineral Resources of Russia. Economics and Management. – 2026. – No. 1(198). – P. 59-67. – EDN BEHNTU.

3. Improving methods for assessing and mitigating environmental pollution caused by oil product spills during unloading from railway tank cars / O. S. Kuzmin, A. A. Piotrovich, A. N. Lutsenko, E. S. Kulikova // *Transport Business of Russia*. – 2026. – No. 3. – P. 185-187. – EDN MIYMJD.
4. Shchipanov, A. V. Digitalization and the process-based approach in wastewater treatment management: advantages and challenges / A. V. Shchipanov // *Ecology of Industrial Production*. – 2026. – No. 1(133). – P. 36-40. – DOI 10.52190/2073-2589_2026_1_36. – EDN WZGTFC.
5. Markov, D. P. Strategy for enhancing the efficiency of nature management / D. P. Markov, A. U. Baigildina // *Economics and Management: Scientific and Practical Journal*. – 2026. – No. 3(189). – P. 37-42. – DOI 10.34773/EU.2026.3.6. – EDN VHCVAE.
6. Medvedeva, N. V. Implementation of sustainable development principles in modern Russian companies: limitations and barriers / N. V. Medvedeva // *Monitoring of Law Enforcement*. – 2026. – No. 1(58). – P. 234-240. – DOI 10.24412/2226-0692-2026-1-234-240. – EDN UNBBXO.
7. Mikaeva, S. A. Geographic information systems and technologies in ecology / S. A. Mikaeva // *Spravochnik. Inzhenernyy Zhurnal*. – 2025. – No. 7(340). – P. 65-70. – DOI 10.14489/hb.2025.07.pp.065-070. – EDN RBASXX.
8. Sobyenin, A. A. The right to a favorable environment: modern legal realities / A. A. Sobyenin // *Russian Scientific Bulletin*. – 2026. – No. 1. – P. 47-53. – DOI 10.24412/2782-3830-2026-1-47-53. – EDN UJMZLS.
9. Assessment of the ecological-economic sustainability of urban agglomerations in the Russian Federation / F. Yu. Kayzer, O. A. Brel, A. I. Zaytseva, N. L. Lisina // *Economy of Region*. – 2025. – Vol. 21, No. 1. – P. 45-60. – DOI 10.17059/ekon.reg.2025-1-4. – EDN ZZMETV.
10. Chaikovskaya, L. V. The green forest-park belt in the city of Kursk and its impact on the quality of the urban environment / L. V. Chaikovskaya, I. S. Leonova, E. I. Chetverikova // *BST: Bulletin of Construction Technology*. – 2025. – No. 7(1091). – P. 32-35. – EDN BGLIVQ.
11. Revunov, S. V. Analysis of the implementation of environmental protection measures at the municipal level (using the example of the city of Novocherkassk, Rostov Region) / S. V. Revunov // *Science and Business: Ways of Development*. – 2025. – No. 1(163). – P. 100-103. – EDN DQWPLF.
12. Kovalenko, A. I. On the issue of conducting special operations to prevent and mitigate the environmental consequences of natural and man-made emergencies / A. I. Kovalenko, A. G. Svetlakov // *Bulletin of Perm University. Geology*. – 2025. – Vol. 24, No. 3. – P. 292-297. – DOI 10.17072/psu.geol.24.3.292. – EDN VWXSHF.
13. Kudelkin, N. S. Territorial environmental protection in a metropolis as an element of rational nature management / N. S. Kudelkin // *State and Law*. – 2026. – No. 3. – P. 130-136. – DOI 10.7868/S2713039826030129. – EDN RJRDTW.

14. Ivashkina, I. V. Eco-diagnosis of urban territory within the framework of a major city's master plan / I. V. Ivashkina, M. A. Grigoryeva // Architecture and Construction of Russia. – 2024. – No. 2(250). – P. 46-49. – EDN SFNWFJ.
15. Amanova, Sh. S. Directions for the development of urban agro-ecosystems and their environmental consequences / Sh. S. Amanova // Proceedings of Tula State University. Earth Sciences. – 2024. – No. 1. – P. 15-24. – EDN PKOAJO.
16. Perm Krai in Figures. Perm: Permstat, 2026. 179 p.

Сведения об авторах:

Кузнецов Александр Игоревич, магистрант, 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:

Kuznetsov Aleksandr Igorevich, Master's Student, Ufa University of Science and Technology. 450076, Russian Federation, Ufa, Zaki Validi Street, 32. ORCID ID: 0009-0008-6364-2867. E-mail: aleksander2055@mail.ru.

© Кузнецов А.И.

**МЯТЕЖНЫЙ ШАРЬЯЖИСТ
(О МУРАТЕ АБДУЛХАКОВИЧЕ КАМАЛЕТДИНОВЕ)**

© Зайнетдинов Энгель Ахметович

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

Аннотация. Статья посвящена реконструкции жизненного пути и научного наследия выдающегося геолога, доктора геолого-минералогических наук, профессора, академика Академии наук Республики Башкортостан, Мурата Абдулхаковича Камалетдинова. В центре внимания находится эволюция его профессиональной биографии, формирование научного мировоззрения и влияние семейной истории на становление личности ученого. Материал опирается на воспоминания его коллег и учеников, прежде всего на публикации А.Г. Муталова и Т.Т. Казанцевой, что позволяет представить целостный и документально подтвержденный образ ученого. В статье сделан особый акцент на профессиональной деятельности отца Мурата Абдулхаковича, - Абдулхака Исхаковича, работавшего главным инженером крупнейших трестов цветной и золотодобывающей промышленности Алтая и Восточного Казахстана. В статье прослеживается влияние этой инженерной школы на научные интересы и профессиональные ориентиры М.А. Камалетдинова. В статье представлено аналитическое осмысление биографии ученого, демонстрирующее взаимосвязь личной истории, профессиональной среды и научного становления, что позволяет глубже понять вклад Мурата Абдулхаковича в развитие геологической науки.

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

**THE REBELLIOUS THRUST-TECTONICS SPECIALIST
(ON MURAT ABDULKHAKOVICH KAMALETDINOV)**

© Zainetdinov Engel Akhmetovich

State Budgetary Scientific Institution "Academy of Sciences of the Republic of
Bashkortostan",
Ufa, Russian Federation

Abstract. This article reconstructs the life path and scientific legacy of the prominent geologist, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, and Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Murat Abdulkhakovich Kamaletdinov. It focuses on the evolution of his professional career, the formation of his scientific worldview, and the

Для цитирования: Зайнетдинов Э. А. Мятежный шарьяжист (о Мурате Абдулхаковиче Камалетдинове) // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. 2026. № 2. С. 105-114. DOI 10.24412/2949-4052-2026-2-105-114.

influence of family history on his development as a scientist. The material draws upon the recollections of his colleagues and students—specifically the publications of A.G. Mutalov and T.T. Kazantseva—to present a comprehensive and well-documented portrait of the scientist. Particular emphasis is placed on the professional career of Murat Abdulkhakovich's father, Abdulkhak Iskhakovich, who served as chief engineer for major non-ferrous metal and gold mining trusts in the Altai region and Eastern Kazakhstan. The article traces the influence of this engineering background on M.A. Kamaletdinov's scientific interests and professional priorities. It offers an analytical interpretation of the scientist's biography, illustrating the interplay between personal history, professional environment, and scientific development, thereby providing a deeper understanding of Murat Abdulkhakovich's contribution to the advancement of geological science.

Keywords: oil, gas, deposit, well, exploratory drilling, drilling office, oil gusher, oilfield, Bashneft.

Так назвал свою статью о знатном геологе д. г.-м. наук, профессоре, академике Академии наук Республики Башкортостан Мурате Абдулхаковиче Камалетдинове его друг горный инженер-геолог, академик горной академии, профессор Миннихмет Гильмитдинович Муталов, опубликованной в книге «Благодарю судьбу» [Уфа, Китап, 2011]. Так кратко и в то же время емко охарактеризовал жизненный путь и характер этого неординарного человека и геолога М.Г. Муталов, несмотря на свою широкую известность в научных и геологических кругах страны и республики, будучи очень скромным и интеллигентным человеком Мурат Абдулхакович не любил и не хотел возникать на страницах местных средств массовой информации, поэтому о нём мало известно широкой общественности. Единственная наиболее подробная информация о сложной судьбе Мурата Абдулхаковича была приведена в статье академика АН РБ Т. Т. Казанцевой «Об учителе и друге», опубликованной в книге М. А. Камалетдинова «Ученые и время» [Уфа, Гилем 2007], которую я использовал при подготовке этого материала.

Родился Мурат Абдулхакович 18 июля 1928 г. в г. Томске. Его дед Исхак Муртазович родился в 1865 г. в г. Екатеринбург, где работал извозчиком на Верхне-Исетском заводе. Условия труда на заводе были тяжелыми, он простудился и умер в сорокалетнем возрасте от чахотки. Исхаку тогда было 10 лет. Мама Исхака Шамсуниса во второй раз выходит замуж за купца из Томска Мухтарова. Смышленный и трудолюбивый Исхак активно помогает отчиму в его деле, выезжая за товаром во Владивосток. Отчим делает его наследником своего бизнеса. По делам часто посещает Казань, Самару, Харьков, Киев, Петербург и другие деловые и культурные центры. Незадолго до революции целый год с женой и дочерьми жил в Турции, научился свободно говорить по-турецки, познакомился с некоторыми известными учеными-геологами. Недостаток образования восполняет прекрасной памятью и богатым жизненным опытом. Он был глубоко верующим человеком, мечтал построить в Томске мечеть и медресе. Но незадолго до революции в одночасье обанкротился. Революцию его семья застала в Петербурге. Видя в городе голод и разруху, он обращается к В. И.

Ленину с предложением по снабжению города и Красной Армии продовольствия и фуражом. В. И. Ленин предложил ему стать народным комиссаром страны по продовольствию, он отказался, но с 1918 по 1922 годы работал уполномоченным Совнаркома по заготовке продовольствия для Петербурга. Когда страна перешла на продразверстку, от дел отошел и вернулся в Томск.

В семье Камалетдинова было 3 детей: сын Абдулхак и дочери Шамсура и Сафура. Все они получили высшее образование в Томске; сын стал горным инженером, дочери-химиками. Будучи студентом 5 курса, Абдулхак женился на дочери бывшего купца из г. Минусинск Сафуре Насретдиновне Хаировой. В 1928 г. у них родился сын Мурат. После окончания института Абдулхак Исхакович работает на золотых приисках Алтая и Восточного Казахстана. В конце 20-х - начале 30-х годов XX века Абдулхак Исхакович работает главным инженером треста «Алтайцветметзолото», затем «Алтайполиметалл». В 1934 г. в трест «Алтайполиметалл» прибывает комиссия Главзолота Народного комиссариата тяжелой промышленности СССР во главе с известным государственным деятелем, ученым, нефтяником Александром Павловичем Серебровским, детские и юношеские годы которого прошли в г. Уфа.

В 1922–1926 гг. А. П. Серебровский возглавлял трест «Азнефть» в Баку, в 1927 г. назначен начальником Главзолота, затем Главцветмета, заместителем Председателя ВСНХ страны, с 1932 г. - заместителем Наркома тяжелой промышленности СССР С. Орджоникидзе. Материал о нём был опубликован мной в журнале «Ветеран» № 3 за 2018 г. (Статья «Жизнь, похожая на легенду»).

Познакомившись в 1934 г. с А. И. Камалетдиновым А. П. Серебровский пригласил молодого человека на работу в Москву в Главзолото. Семья Камалетдиновых получает в Москве 2-комнатную квартиру. Часто выезжает А. И. Камалетдинов с А. П. Серебровским на предприятия Главка страны. Их семьи быстро подружились. Дочь А.П. Серебровского Инна в своих воспоминаниях об отце, опубликованных в газете Советская Россия №239 от 16 октября 1988 г., пишет: «Друзей у отца по настоящему верных и спутников всей его жизни и соратников по работе было много: И.Н. Опарин, М.В. Баринов, К.А. Румянцев, К.А. Кошкин, А.И. Камалетдинов, А.И. Мильченко, Г.Н. Перышкин и другие замечательные люди...» В конце июля 1937 г. отец вернулся из очередной командировки больным, у него был гнойный нефрит. Прямо с поезда попал в больницу. Несколько недель его жизнь была в опасности. В середине октября 1937 г. ему сделали операцию и здоровье папы стало улучшаться. Как-то поздно ночью к нам домой позвонил И. В. Сталин, интересовался здоровьем папы, потом сказал, что хочет поздравить его с назначением Наркомом тяжелой промышленности СССР вместо С. Орджоникидзе (от автора: покончившего самоубийством). 26 сентября 1937 г. прямо из больницы чекисты взяли А. П. Серебровского: ещё ранее в августе 1937 г. они пришли за А. М. Камалетдиновым. Был расстрелян почти весь инженерный корпус Главполиметалла. В ночь с 6 на 7 октября была арестована и жена А. П.

Серебровского, которая провела в тюрьме 8 лет. Жена А. И. Камалетдинова с 9-летним Муратом и его младшим братом Равилем вынуждены были переехать в Казань к бабушке Гайене Гиззатулловне. Мама братьев Сафура Насретдиновна безуспешно пыталась узнать о судьбе мужа, как оказалось позже уже давно расстрелянного. Она и её дети долгие годы прожили с клеймом «жена и дети врага народа» со всеми вытекающими отсюда трудностями с устройством на работу, с жильем, учебой и т. д. Только через 2 года Сафуре Насретдиновне удалось устроиться на работу в Казани секретарем машинисткой, где проработала до выхода на пенсию. Вот в таких, можно сказать экстремальных условиях прошли детские и юношеские годы будущего знатного человека Мурата Абдулхаковича. После окончания средней школы он поступает в Казанское художественное училище, но после 3 курса по настоянию деда Исхака Муртазовича поступает на геологический факультет Казанского госуниверситета им В. И. Ленина. Благодаря своему трудолюбию и целеустремлённости он в 1953 году успешно окончил Казанский университет и по распределению был направлен в Уфу в объединение «Башнефть», которое определило его в Стерлитамакскую Геолого-поисковую контору (ГПК) треста «Башвостокнефтеразведка». ГПК была образована ещё в 1935 г. в составе треста «Башнефть». В неё вошли 8 геологических и геофизических и 8 топографических партий и все участки крелиусного бурения, ранее работавшие в Башкирии. В ГПК в те годы работало более 1000 человек, 3 нефтеразведочные партии, в составе каждой имелось 3 буровые бригады, и геологическая экспедиция, состоящая из 4 геосъемочных партий. Директором ГПК был выпускник Стерлитамакского нефтяного техникума Амир Хазиахметович Адршин (1914–1989), главный геолог-участник Великой Отечественной войны, выпускник Воронежского Госуниверситета 1940 г. Николай Иванович Ключников (1912–2004). В ГПК М.А. Камалетдинов проработал 16 лет, в т. ч. 12 лет (1957–1969 гг.) главным геологом. Участвует в поисках и открытиях Ромадановского, Воскресенского (1960 г.), Чабачишского (1962 г.), Ермолаевского (1964 г.), Табынского (1967) и других нефтяных и газовых месторождений Башкирии. Участвует в работах по исследованию перспектив нефтегазоносности складчатого Урала, организованных по инициативе главных геологов трестов «Башвостокнефтеразведка» и «Башзападнефтеразведка» Ф. С. Куликова (1906–1964) и Н. И. Мешалкина (1907–1980). По тем годам это было смелым решением, не совпадающим с общепринятым представлением об отсутствии нефти на Урале. Некоторые геологи даже обвиняли их в разбазаривании государственных средств. Геологические работы проводились на хребте Каратау, где в отложениях вскрываются мощные толщи пород рифея и венда.

В результате были подтверждены данные о шарьяжном стиле тектоники Урала, высказанные в конце 30-х годов, расстрелянными как «враги народа», геологами Г. И. Фредерикс, Н. А. Зенченко, Е. Е. Захаров, О. А. Абакумов и др.

Крупнейшие советские и зарубежные ученые В. В. Наливкин, А. В. Пейве, А. Л. Яншин, Б. С. Соколов, А. А. Трофимук, В. Е. Ханы проявляли большой интерес к шарьяжам. В 1969–1974 гг. М. А. Камалетдинов работает научным сотрудником, затем директором, зав. лабораторией тектоники Института геологии УНЦ РАН (1974–2000), главным научным сотрудником Института геологии РАН, академик-секретарем отделения наук о Земле и экологии АН Республики Башкортостан (2001–2005). В 1974–1997 гг. одновременно работает в Башгосуниверситете. В течение многих лет проводят научные обоснование перспектив нефтегазоносности поднадвиговых зон Урала и вент-рифейских отложений платформенной части Башкортостана. Автор шарьяжно-надвиговой теории, впервые открыл аллохоны на Урале. Автор более 300 научных работ, в том числе 12 монографий, доктор геологоминералогических наук (1972), профессор (1981), Заслуженный деятель науки БАССР (1976), академик АН Республики Башкортостан (1996), награжден орденом Трудового Красного Знамени (1986). Скончался в Уфе 1 июля 2013 г. Геологи, нефтяники хорошо знакомы с работами А. М. Камалетдинова в области нефтяной геологии. Среди его произведений особое место занимает книга “Ученые и время” (Уфа, Гилем, 2007), в которой он рассуждает о роли науки и ученых на разных этапах развития нашей страны, уделив особое внимание ученым-геологам, особенно репрессированным. Поводом для этого послужила трагическая судьба отца - горного инженера и многочисленные нападки на его шарьяжно-надвиговую теорию.

Наше знакомство произошло, когда он прочитал мою статью в журнале “Ватандаш” №10 за 2011 г. “У истоков башкирской нефти”, посвященную репрессиям в нефтяной промышленности БАССР в 1936–1938 гг. В результате нашей совместной работы были установлены дополнительные списки репрессированных нефтяников Республики Башкортостан и страны...

В средствах массовой информации республики, особенно в постсоветский период практически перестали говорить о репрессиях против многих специалистов, в том числе геологов. Мурат Абдулхакович приводит данные о судьбе геологов страны, репрессированных в разные периоды, ссылаясь при этом на книгу “Репрессированные геологи” (М., СПб 1995): “В течение всего времени существования советского государства репрессии геологов осуществлялись практически непрерывно, хотя можно говорить о периодах их особенно массового проявления. Первый период относится к (1918–1924 гг.), когда были осуществлены массовые аресты и расстрелы, в частности связанные с “таганцевским” делом, следующий период (1926–1933 гг.) отмечен репрессиями среди специалистов, в т. ч. ученых - “Дело Академии наук”. Кульминацией репрессий стал период с 1935–1940 гг., особенно (1937–1938 гг. “годы большого террора”). И, наконец, нельзя не упомянуть 1947–1950 гг. когда были репрессированы многие геологи, в частности, в связи с “Красноярским делом”. Мурат Абдулхакович справедливо отмечает, что “в трудах по истории

нефтепоисковых работ страны отмечаются только успехи и не говорится какую цену заплатили геологи за открытие нефтяных богатств страны. Сведения о репрессированных ученых и специалистах долгое время были засекречены и стали забываться, искажая историю и открывая путь к повторению ее трагических страниц... Ложь о прошлом опасна для настоящего и будущего”. Среди создателей Второго Баку значительный континент составляли заключенные. Массовые репрессии специалистов в СССР нанесли большой урон нефтепоисковому делу, посеяв страх и вражду между людьми, резко понизив моральный-интеллектуальный уровень общества... В нефтяной промышленности красный террор свирепствовал, несмотря на крупные успехи, в частности открытие в 1937г. каменноугольной нефти на обширной туймазинской структуре... По далеко не полным данным, в 30-е годы только на предприятиях нефтяной промышленности Башкирии были арестованы 139 специалистов, 39 из них расстреляны. И это при острой нехватке квалифицированных специалистов. В 1936–1938 гг. были репрессированы многие крупные руководители нефтяной отрасли, среди которых управляющие трестом “Башнефть” С. М. Ганшин, А. П. Петерсон, Р. З. Бучацкий, И. Н. Опарин, К. И. Астафьев, А. И. Акуликин, И. Ф. Мележников. Последние трое проработали лишь несколько месяцев, а А. П. Петерсон - несколько дней... В 1936г. был расстрелян как враг народа работавший с 1929 по 1934г. главным геологом треста “Востокнефть” Е. Романович, сменивший его на посту Я. Л. Давидович расстрелян в декабре 1937 г. Вместе с ним расстреляли заместителя управляющего треста “Башнефть” Р. З. Бучацкого, старших геологов Б. Я. Аврова, Г. Р. Егера (прибывшего из Баку), руководителя лаборатории Р. М. Базюк, главного инженера треста “Башнефть” П. Н. Умникова, начальника геологической партии А. В. Максимова, помощника управляющего Всесоюзной конторы “Геофизразведка” Главнефти С. А. Фукса, главного геолога ГПК В. П. Скворцова, крупного стратиграфа и палеонтолога Г. А. Дуткевич и др. Были арестованы директор ГПК Г. Г. Кинзикеев и его двоюродный брат, начальник электроразведочных и каротажных партий треста “Востокнефть” А. П. Булмисов, управляющий трестом “Востокнефть” К. Р. Чепиков, геологи В. А. Киров, начальник топографической службы треста “Башнефть” Шахтарин и другие. М.т.А. Камалетдинов, ссылаясь на сведения В. В. Синюкова, З. И. Шептунова и А. Л. Яншина пишет, что “смерть академиков И. М. Губина в 1939г. и А. Д. Архангельского в 1940 г. была насильственной.” От себя могу дополнить, что в журнале “Нефтяное хозяйство” №2 за 2015г. была опубликована статья Н. В. Евдошенко “Забытые имена нефтяников”, в которой сообщается, что в 1938 г. в НКВД возникло дело о “национал-фашистской организации” в АН СССР, руководителем которой якобы является вице-президент А. В. Брицке, а участниками - Г. М. Крижановский, И. М. Губкин, Н.В. Зелинский, С. А. Чаплыгин, А. Е. Ферсман и ряд других видных учёных. В книге А. И. Галкина “Академик Иван Михайлович Губкин: “Мифы и действительность” (Ухта,

УППО “Мемориал”, 2009) сказано: “Поскольку версии о продолжающихся вредительствах на местах не всегда подтверждались, оставалось искать причину провалов на самой вершине геологоразведки... Планы по добыче нефти, основанные на обещаниях академика (от автора И. М. Губкина) регулярно проваливались. А прощать такие промахи Сталин не любил... По неподтвержденным пока документами сведениям И. М. Губкин в начале 1939 г. уже находился под домашним арестом... В последние месяцы своей жизни И. М. Губкин тяжело болел и не выходил из дома... Вполне вероятно, что смерть спасла Губкина от мук следствия и расстрела в подвале Лубянки. И в этом ему действительно повезло”.

В своих статьях “Открытие девонской нефти “Второго Баку” (Геотехнический журнал “Георесурсы” №3, 2008) и “К истокам открытия нефти в Башкортостане” (Вестник АН РБ, 2008, том 13 №1) он привозит ранее неизвестные факты открытия нефти в Башкортостане. По поводу открытия Кинзебулатовского месторождения нефти в сентябре 1943 г. он пишет: “Геологи ликовали по поводу открытия нового месторождения нефти, а стражи госбезопасности возбудили против первооткрывателей уголовное дело, в котором они обвинялись в попытке скрывания от государства нового месторождения... Санкции на обвинительный процесс о вредительстве..., в соответствии с существующим тогда положением, должны были давать обком ВКП(б), который обычно в этом деле никогда не отказывал. На заседании обкома был приглашен член обкома А. А. Трофимук, выступавший с защитой геологов-нефтяников и критикой присутствовавшего там же начальника местного НКВД, обвинив его в подтасовке фактов. Не ожидавший такого поворота дела, секретарь обкома С. Д. Игнатьев обратился с вопросом к С. И. Кувыкину: “согласен ли он с доводами А. А. Трофимука.” Последний дал утвердительный ответ, на что Игнатьев спросил: “Почему вы до сих пор молчали?” Кувыкин не ответил, не мог же он сказать, что испугался. Санкцию на возбуждение судебного процесса обком не дал... Спустя несколько дней после этого заседания комиссар НКВД скончался. Чекисты уничтожали не только других, но и самих себя. А. А. Трофимук же, спасший от гибели своих коллег и себя самого, был удостоен звания Героя Социалистического Труда”.

Об обстоятельствах открытия девонской нефти в Башкирии он написал: “Политико-административные репрессии предвоенного периода значительно ослабили кадровый состав, посеяв среди них страх, подозрительность, растерянность. Беспрерывно сменяющиеся руководители треста “Туймазанефть”, объединения “Башнефть” и управления “Главнефть” опасались бурить на девон, понимая, что, если он окажется пустым, их обвинят во вредительской деятельности, отвлечении средств на бесперспективные объекты с целью ослабления экономики СССР. Поиски нефти в девоне поддерживали, в основном, местные геологи: Е. А. Граблин, А. Д. Никитин, И. П. Николаев, М. В. Мальцев, В. А. Белаев, А. Я. Виссарионова...” Их мнению не придавали значения,

и разведка на девонскую нефть в Туймазах до войны так и не была начата. Как писал К. Р. Тимергазин: “Верное дело получение девонской нефти было отодвинуто на задний план...” С началом войны среди геологов на передовой сражались выдающиеся нефтяники и убеждённые сторонники девонской нефти К. Р. Тимергазин и Н. И. Мешалкин. Нерешительность геологов особенно наглядно проявилась на крупном совещании в Наркомате нефтяной промышленности СССР, проведенном в начале 1942 г. в Уфе, с участием всех ведущих геологов-нефтяников страны во главе с наркомом И. К. Сединым и его заместителем Н. К. Байбаковым. Совещание сочло, что бурение на терригенный девон не имеет надежного обеспечения. После возвращения Наркомнефти СССР в Москву вопрос о разведке девонских отложений на Туймазинской структуре был поднят на геологическом совещании в Башнефтекомбинате, где главный геолог комбината А. А. Трофимук и начальник геологического отдела треста “Туймазанефть” инициировали следующее решение: “Промышленную разведку девонской нефти Муллинской (Туймазинской) структуры считать необходимой, для чего наметить скважину-точку в профиле скважин 97-142 на сетке к югу от последней”. Однако на сей раз бурение девонской скважины №100 затянулось. Согласование проекта, монтаж бурового станка и котельной заняло 2 года. Место заложения этой скважины выбрал главный геолог треста “Туймазанефть” Т. М. Золоев, а проект этой исторической скважины составил М. Е. Торяник.

Но и в этот раз бурение чуть было не сорвалось... Поступило распоряжение о переброске буровых станков из Башкирии в Краснодар, и в частности, о снятии бурового станка со скважины №100. Спасла положение скважина, открывшая в июле 1944 г. нефть в терригенном девоне на Самарской Луке с дебитом 200 т/сут. В это время произошел еще один инцидент: при проходке скв. 100 доманикового горизонта, залегающего выше терригенного девона, порвались бурильные трубы. Из Уфы поступило распоряжение прекратить бурение и вернуться к эксплуатации залежи в угленосном горизонте. Но М. В. Мальцев на свой страх и риск решил добуриться до девона вторым стволом. Последовал приказ об отстранении его от работы и передачи дела в суд. Однако скважина в интервале 1620–1730 м. вскрыла пласты девонских песчаников общей мощностью 40 м... Так, 26 сентября 1944 г. было открыто самое крупное в СССР в те года Туймазинское месторождение девонской нефти.

В статье М. А. Камалетдинов опровергает миф о причинах замены бурового мастера В. Н. Андрияшина, начавшего бурение скважины №100, А. Т. Трипольским. Некоторые исследователи объясняют это болезнью Андрияшина, но ему тогда было 33 года, он был совершенно здоров и много лет позже он успешно трудился буровым мастером в Ишимбае и Туймазах. По версии М. А. Камалетдинова “местное руководство решило, что беспартийный Андрияшин может испортить впечатление от победной реляции в Москву, ему предложили срочно подать заявление о вступлении в партию, но он отказался.”

В 2028 г. исполняется 100 лет со дня рождения видного ученого, публициста и популяризатора науки М. А. Камалетдинова. Дело чести нефтяной общественности, Академии наук Башкортостана, ПАО АНК “Башнефть” достойно отметить его юбилей. На мой взгляд его именем следовало бы назвать одно из вновь открываемых месторождений нефти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муталов М.Г., Г. Благодарю судьбу. Уфа. Китап, 2011. С. 256-271.
2. Камалетдинов М. А. Учение и время. Уфа, Гилем, 2007. С. 5-25.
3. Камалетдинов, М. А. Открытие девонской нефти "Второго Баку" / М. А. Камалетдинов, Д. В. Постников // Георесурсы. – 2008. – № 3(26). – С. 46-48. – EDN ILGDVZ.
4. Камалетдинов, М. А. К истории открытия нефти в Башкортостане / М. А. Камалетдинов // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. – 2008. – Т. 13, № 1. – С. 50-56. – EDN TSYWZB.
5. Галкин А. И. Академик Иван Михайлович Губкин: мифы и действительность. Ухта, 2009.
6. Вклад геологов и нефтяников в развитии нефтегазодобывающей промышленности Башкортостана. Уфа, ДООО “БашНИПИнефть” ПАО “Башнефть”, 2003.
7. Зайнетдинов, Э. У истоков башкирской нефти / Э. Зайнетдинов // Ватандаш. – 2022. – № 3(306). – С. 14-25. – EDN GIWING.
8. Зайнетдинов Э. А., Михайлов Д. И. Башкирская нефть и ее первопроходцы (XVIII-XX вв.), Уфа, Башкирская энциклопедия, 2017. 638 с.
9. Республика Башкортостан. Иллюстрированная энциклопедия. Уфа, 2019.
10. Зайнетдинов, Э. А. Инициаторы создания нефтяной промышленности в республике Башкортостан / Э. А. Зайнетдинов // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов. – 2024. – № 1(34). – С. 78-91. – DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-78-91. – EDN LNTIYD.

REFERENCES

1. Mutalov M.G., G. I thank fate. Ufa. Kitap, 2011. pp. 256-271.
2. Kamaletdinov M. A. Teaching and time. Ufa, Gilem, 2007. pp. 5-25.
3. Kamaletdinov, M. A. Discovery of the Devonian oil of the “Second Baku” / M. A. Kamaletdinov, D. V. Postnikov // Georesursy. – 2008. – No. 3(26). – pp. 46-48. – EDN ILGDVZ.
4. Kamaletdinov, M. A. On the history of the discovery of oil in Bashkortostan / M. A. Kamaletdinov // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. – 2008. – T. 13, No. 1. – P. 50-56. – EDN TSYWZB.
5. Galkin A.I. Academician Ivan Mikhailovich Gubkin: myths and reality. Ukhta, 2009.

6. Contribution of geologists and oil workers to the development of the oil and gas industry of Bashkortostan. Ufa, DOOO "BashNIPIneft" PJSC "Bashneft", 2003.
7. Zainetdinov, E. At the origins of Bashkir oil / E. Zainetdinov // *Vatandash*. – 2022. – No. 3(306). – pp. 14-25. – EDN GIVING.
8. Zainetdinov E. A., Mikhailov D. I. Bashkir oil and its pioneers (XVIII-XX centuries), Ufa, Bashkir Encyclopedia, 2017. 638 p.
9. Republic of Bashkortostan. Illustrated Encyclopedia. Ufa, 2019.
10. Zaynetdinov, E. A. Initiators of the establishment of the oil industry in the Republic of Bashkortostan / E. A. Zaynetdinov // *Geology. Bulletin of the Department of Earth Sciences and Natural Resources*. – 2024. – No. 1(34). – P. 78–91. – DOI 10.24412/2949-4052-2024-1-78-91. – EDN LNTIYD.

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. ORCID ID: 0009-0008-3153-2567. E-mail: m.lejsa@yandex.ru.

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. ORCID ID: 0009-0008-3153-2567. E-mail: m.lejsa@yandex.ru.

© Зайнетдинов Э.А.

ЮБИЛЕЙ ВАСИЛИЯ ИВАНОВИЧА ПОПКОВА

23 мая 2026 года исполнилось 75 лет со дня рождения известного российского ученого, доктора геолого-минералогических наук, профессора кафедры геологии и геофизики Кубанского государственного университета (КубГУ)

Василия Ивановича Попкова, активно работающего в области геотектоники и нефтегазовой геологии. Родился 23 мая 1951 г. в с. Ново-Михайловка Георгиевского р-на Ставропольского края. В 1974 г. закончил геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. Получил распределение в трест геофизики на п-ов Мангышлак (г. Шевченко, ныне – Актау). Через полгода был приглашен на работу в научно-исследовательский и проектный институт КазНИПИнефть. Через 4 года после окончания МГУ поступил в заочную аспирантуру при МИНХиГП им. Губкина, которую закончил досрочно, успешно защитив кандидатскую диссертацию в 1979 г., а еще через 10 лет (1990 г.) – докторскую в МГУ, став первым доктором наук на Мангышлаке.



Научные исследования В.И. Попкова направлены на выявление закономерностей формирования и размещения скоплений нефти и газа в земной коре, повышение достоверности прогноза нефтегазоносности недр и эффективности геологоразведочных работ. Им впервые в стране разработаны и введены в научный оборот новые знания о геодинамической обстановке формирования внутриплитных нефтегазоносных осадочных бассейнов, обоснована определяющая роль тангенциального стресса в процессах генерации, миграции и аккумуляции нефти и газа в земной коре. На основе установленных фундаментальных положений внутриплитной тектоники разработана оригинальная структурно-геодинамическая модель формирования нефтегазоносных осадочных бассейнов Черноморско-Каспийского региона, активно используемая при поисках нефтегазовых месторождений также и в Республике Казахстан.

В.И. Попков имеет большой опыт решения задач прикладной геологии. Ему принадлежит первый прогноз обнаружения промышленных скоплений УВ в фундаменте Мангышлака с обоснованием поискового бурения на площади Оймаша и местоположения скважин, подтвержденный в дальнейшем открытием (впервые в б. СССР) месторождения нефти в гранитном массиве фундамента.

В.И. Попковым разработана оригинальная модель залежи нефти в гранитоидном массиве, введены в геологию резервуаров УВ такие понятия, как «явления термоусадки», «тектоно-кесонный эффект» и др., было зарегистрировано изобретение нового метода поиска месторождений нефти и газа.

В.И. Попковым было обосновано создание Песчаномысского опорно-методического полигона с составлением программы исследований нефтегазоносности фундамента с последующим кураторством и анализом результатов опытно-методических геолого-геофизических работ. Внедрение его научных разработок способствовало также открытию ряда месторождений нефти и газа: Алатюбе, Суюкты-море, Восточная Узень, и в их числе такого супергигантского по запасам месторождения, как Кашаган (Северный Каспий).

В.И. Попков внес большой вклад в создание геологической научной школы на юге России. В 2003 г. в стенах КубГУ им была организована кафедра региональной и морской геологии, в 2004 г. им создан геологический факультет, который он возглавлял до 2018 г. Университет стал единственным учебным заведением в регионе, где ведется подготовка геологов-нефтяников, геофизиков, гидрогеологов и инженеров-геологов. Он академик РАЕН, почетный работник высшего профессионального образования РФ, эксперт РНФ, РФФИ, член Федерального реестра экспертов научно-технической сферы РФ, зам. главного редактора научных журналов «Геология, география и глобальная энергия», «Геология. Известия отделения наук о земле и природных ресурсов», член редколлегии журнала «Геотектоника», член президиума УМО по геологии. За создание новых технологий прогноза нефтегазоносности недр и подготовку кадров высшей квалификации В.И. Попков в 2021 г. был удостоен почётного звания «Заслуженный деятель науки Кубани». Редакция журнала «Геология и геофизика Юга России» от всего сердца поздравляет профессора Василия Ивановича со знаменательным днем – 75-летним юбилеем – и желает здоровья, долгих лет жизни, успешности в делах и тепла близких.

Из автобиографии Василия Ивановича Попкова:

Декан геологического факультета Кубанского государственного университета. Родился 23 мая 1951г. в с. Ново-Михайловка Георгиевского р-на Ставропольского края. Окончил в 1974г. геологический факультет МГУ по специальности «Геологическая съемка и поиски месторождений полезных ископаемых». С 1974г. по 1993г. работал в Западном Казахстане: 1974г. – 1975г. – инженер-геолог треста «Мангышлакнефтегеофизика» (г.Шевченко), 1975г. – 1993г. – старший научный сотрудник – зав. сектором – зав. лабораторией

обоснования направлений геологоразведочных работ республиканского института КазНИПИнефть. 1993г. – зам директора Кавминводского учебно-инженерного центра Новочеркасского политехнического университета. 1999г. – директор Георгиевского технологического института СевКавГТУ. 2003г. – зав. кафедрой региональной и морской геологии КубГУ. 2004 г. – декан геологического факультета КубГУ. Кандидат геолого-минералогических наук (1979г.), старший научный сотрудник (1981г.), доктор геолого-минералогических наук (1990г.), профессор (2002г.), член-корреспондент РАЕН (2002г.), академик РАЕН (2004г.). Область научных интересов: тектоника и геодинамика, флюидодинамика, формирование и размещение месторождений нефти и газа, опасные геологические процессы.

***Коллектив редакционной коллегии журнала искренне поздравляет
уважаемого Василия Ивановича со знаменательной датой,
желая дальнейших научных достижений, неизменного творческого
вдохновения и крепкого здоровья!***

