



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Институт геологии

Дагестанского федерального

исследовательского центра РАН

"ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ

ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН"

Издается по решению Ученого совета

Института геологии ДФИЦ РАН

Журнал выходит 4 раза в год.

Зарегистрирован в федеральной службе по надзору в сфере связи и

массовых коммуникаций Российской Федерации (Роскомнадзор)

ПИ № ФС77-67725 от 10 ноября 2016 года

ISSN: 2541-9684

№ 2 (89), 2022

Ежеквартальный
научный журнал

Научно-редакционный совет:

д.т.н., ИПГ ДНЦ РАН,

академик РАН, Коми НЦ УрО РАН

д.г.-м.н., г.н.с., профессор ЮРГПУ (НПИ)

д.г.-м.н., г.н.с., профессор ГИН РАН

академик РАН, ОНЗ РАН

член-корреспондент НАН Азербайджана

д.ф.-м.н., профессор, Геофизический институт ВНЦ РАН,

д.г.-м.н., профессор, ИГиИС НАН Армении

д.ф.-м.н., Чеченской академии наук

член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н., профессор, ДФИЦ РАН

член-корреспондент РАН, ОНЗ РАН

д.ф.-м.н., профессор, ДГУ

академик РАН, ГИН РАН

Алхасов А.Б.

Асхабов А.М.

Богущ И.А.

Гаврилов Ю.О.

Глико А.О.

Алиева Э.Г.-М.

Заалишвили В.Б.

Карпетян Д.К.

Керимов И.А.

Муртазаев А.К.

Морозов Ю.А.

Рабданов М.Х.

Федонкин М.А.

Редакционная коллегия:

д.г.-м.н., г.н.с., ДФИЦ РАН

к.т.н., в.н.с., ДФИЦ РАН

к.ф.-м.н., в.н.с., ДФИЦ РАН

д.т.н., профессор, ДГТУ

д.т.н., профессор, ДГУ

д.ф.-м.н., профессор, ДГУ

к.г.-м.н., в.н.с., ДФИЦРАН

д.г.-м.н., г.н.с., ИПГ ВЭ – ИВТАН РАН

д.б.н., г.н.с., профессор, ДФИЦ РАН

к.ф.-м.н., ДФИЦРАН

д.ф.-м.н., г.н.с., ДФИЦ РАН

к.г.н., в.н.с., ДФИЦ РАН

к.с.-х.н., с.н.с., ДФИЦ РАН

д.ф.-м.н., профессор, ДГУ

к.г.-м.н., в.н.с., (научный редактор), ДФИЦ РАН

д.г.-м.н., г.н.с., профессор, ИПГ ВЭ – ИВТАН РАН

к.г.-м.н., с.н.с., ДФИЦ РАН

к.ф.-м.н., ДФИЦ РАН

к.г.-м.н., ДФИЦ РАН

д.т.н., г.н.с., профессор, ДФИЦ РАН

к.г.-м.н., в.н.с., ДФИЦ РАН

к.ф.-м.н., доцент, ДГУ

н.с., (ответственный секретарь), ДФИЦ РАН

н.с., (технический редактор), ДФИЦ РАН

инж., (составитель), ДФИЦ РАН

Черкашин В.И.

(главный редактор)

Мамаев С.А.

(зам. главного редактора)

Алиев И.А.

Ахмедов Г.Я.

Ахмедов С.А.

Ашурбеков Н.А.

Газалиев И.М.

Гусейнов А.А.

Залибеков З.Г.

Ибаев Ж.Г.

Идармачев Ш.Г.

Идрисов И.А.

Кондаков В.М.

Курбанисмаилов В.С.

Магомедов Р.А.

Маммаев О.А.

Мацапулин В.У.

Таймазов Д.Г.

Темирбекова У.Т.

Тотурбиев Б.Д.

Юсупов А.Р.

Якубов А.З.

Гусейнова А.Ш.

Мамаев А.С.

Ахмедов А.С.

Материалы журнала отражают точку зрения авторов и не является официальной позицией Института.

При использовании материалов ссылка на журнал обязательна.

Адрес редакции: 367030, г. Махачкала, ул. М. Ярагского 75

наш сайт в интернете <http://www.igdnrcran.ru>, e-mail: dangeogis@mail.ru

Тел. 8(8722)62-93-95; факс: 8(8722)62-06-82

© НП Редакция Журнала «Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН»

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

Научный журнал "Труды Института геологии ДНЦ РАН" издается Институтом геологии ДФИЦ РАН с 1956 г.

Рецензируемый научный журнал (включен в систему Российского индекса научного цитирования - РИНЦ) посвящен широкому спектру вопросов фундаментальной и прикладной геологии. Его отличие от других аналогичных журналов - в наибольшем охвате тематик в области геологии и геоэкологии. Обсуждаются проблемы, находящиеся на стыке науки и практики, использование современных ГИС-технологий в области наук о Земле.

Информация о журнале, правила для авторов располагаются на сайте <http://www.igdnrcran.ru>

Научное направление журнала - ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- 25.00.01 Общая и региональная геология
- 25.00.02 Палеонтология и стратиграфия
- 25.00.03 Геотектоника и геодинамика
- 25.00.05 Минералогия, кристаллография
- 25.00.06 Литология
- 25.00.07 Гидрогеология
- 25.00.08 Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение
- 25.00.10 Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых
- 25.00.11 Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения
- 25.00.12 Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений
- 25.00.23 Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов
- 25.00.25 Геоморфология и эволюционная география
- 25.00.33 Картография
- 25.00.35 Геоинформатика
- 25.00.36 Геоэкология (по отраслям)

ISSN: 2541-9684

Журнал является рецензируемым.

Журнал выходит 4 раза в год.

Тираж - 200 экземпляров

<http://elibrary.ru/> (РИНЦ)

<http://www.igdnrcran.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

ОСОБЕННОСТИ МЕТАЛЛОГЕНИИ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ (AU+МПГ) СЕВЕРНОГО КАВКАЗА <i>Богуш И.А., Рябов Г.В., Черкашин В.И.</i>	5
ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРИГЕННОЙ МИНЕРАЛОГИИ И ПРОЦЕССОВ РОССЫПЕОБРАЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА <i>Юсупов А.Р., Мамаев А.С., Юсупов З.А., Ахмедов А.С., Алхулаев К.Г.</i>	11
ИСТОРИЯ ИЗУЧЕННОСТИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОРНОГО ДАГЕСТАНА <i>Исаков С.И., Тулышева Е.В.</i>	17
СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ НЕФТЕГАЗООБРАЗОВАНИЯ. ИСЧЕРПАЕМОСТЬ И ВОЗОБНОВЛЯЕМОСТЬ УГЛЕВОДОРОДОВ <i>Меликов М.М., Гаджиева Т.Р.</i>	21
СОПОСТАВЛЕНИЕ КАРБОНАТНЫХ КОРОЧЕК ДЮНЫ САРЫ-КУМ И ОБРАЗОВАННЫХ В ЛЕССОВИДНЫХ ПОРОДАХ РЕЧНЫХ ДОЛИН ДАГЕСТАНА <i>Мацапулин В.У., Тулышева Е.В., Исаков С.И.</i>	30
АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ ПО ИЗОТОПНО- ГЕОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ <i>Маммаев О.А., Маммаев Б.О.</i>	34
РЕДКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЛАТФОРМЕННОГО ДАГЕСТАНА <i>Курбанова Л.М.</i>	41
К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТЕРСКО-КУМСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА (ТКАБ) В ПРЕДЕЛАХ ДАГЕСТАНА <i>Кондаков В.М., Мамаев С.А., Газалиев И.М., Мамаев А.С.</i>	46
ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН) <i>Абдулмуталимова Т.О.</i>	52
К ВОПРОСУ О ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ СЖИГАНИЯ ПОПУТНОГО ГОРЮЧЕГО ГАЗА НА ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ <i>Курбанисмаилова А.С., Ахмедов Г. Я.</i>	57
ЧИСЛЕННАЯ ОЦЕНКА СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ БАЛОК ГОРЫ ДЖАЛГАН <i>Сулейманов В.К., Идрисов И.А., Черкашин В.И., Мамаев А.С.</i>	63
СИЛЬНЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ XX ВЕКА И СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ БЛОКОВ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА <i>Магомедов Р.А.</i>	68

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКА ПОДЗЕМНОЙ ВОДЫ В ГОРНЫХ И ВЫСОКОГОРНЫХ РАЙОНАХ В ДАГЕСТАНЕ <i>Идармачев Ш.Г., Марченко М.Н.</i>	72
ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ И ПОКАЗАТЕЛИ АНТРОПОГЕННОЙ ИХ ЭВОЛЮЦИИ <i>Залибеков З.Г., Мусалаева П.Д., Настинова Г.Э., Валиев З.А., Яковлева Л.В.</i>	78
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАХОДКИ ИЗ ОКРЕСТНОСТЕЙ С. ХАДАГИ (КАЙТАГСКИЙ Р-Н РД) <i>Юсупов А.Р., Саидов В.А.</i>	86
БОГУШ ИЛЬЯ АЛЕКСАНДРОВИЧ	89

DOI: 10.33580/2541-9684-2022-89-2-5-10

ОСОБЕННОСТИ МЕТАЛЛОГЕНИИ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ (AU+МПГ) СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Богущ¹ И.А., Рябов¹ Г.В., Черкашин² В.И.

¹Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
им. М.И. Платова,

²Институт геологии ДФИЦ РАН

Анализ и обобщение материалов в области благородных металлов на Северном Кавказе позволил создать первую в истории Кавказа металлотметрическую модель этого стратегического сырья. Хронологическая последовательность, формационная и фациальная обстановки локализации и пути миграции благородных металлов сопровождаются генетическим разнообразием проявлений их аномальных форм. Сепарация, рассеивание и концентрация золота и МПГ связаны как с эндогенными, так и с экзогенными процессами. Металлогенический анализ, проведенный для всего фанерозоя Северного Кавказа, выделил все эпохи рудогенеза благородных металлов рудного Кавказа, от каледонской до альпийской эпох. Практические прогнозно-поисковые рекомендации и приведенный фактический материал сопровождаются принципиальными коррективами остро дискуссионных элементов теоретических разработок сложной модели рудообразования комплекса благородных металлов (Au+МПГ).

Ключевые слова: Северный Кавказ, благородные металлы, металлогения, рудные объекты, специфика рудообразования, онтогенез, комментарии.

FEATURES OF THE METALLOGENY OF NOBLE METALS (AU+PGM) NORTH CAUCASUS

I.A. Bogush¹, G.V. Ryabov¹, V.I. Cherkashin²

¹Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI),

²Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the RAS

Abstract: The analysis and generalization of materials in the field of precious metals in the North Caucasus made it possible to create the first metallometric model of this strategic raw material in the history of the Caucasus. The chronological sequence, formation and facies conditions of localization and migration routes of precious metals are accompanied by a genetic diversity of manifestations of their abnormal forms. Separation, dispersion and concentration of gold and PGM are associated with both endogenous and exogenous processes. Metallogenic analysis carried out for the entire Phanerozoic of the North Caucasus identified all epochs of ore genesis of precious metals of the ore Caucasus, from the Caledonian to the Alpine epochs. Practical predictive-prospecting recommendations and the given factual material are accompanied by fundamental adjustments of acutely debatable elements of theoretical developments of a complex model of ore formation of a complex of precious metals (Au+ MPG).

Key words: North Caucasus, precious metals, metallogeny, ore objects, specifics of ore formation, ontogeny, comments.

Актуальность и новизна

Исследования благородных металлов Северного Кавказа, регулярно проводимые авторами с начала нынешнего столетия, привели к доказательству существования на Северном Кавказе новой в РФ провинции благородных металлов [5,7]. Авторы изучали распространение, возрастные, генетические позиции и формы благородных металлов (Au,Pt,Pd), устойчиво развитых территориально и в возрастном отношении (фанерозой) на территории Северного Кавказа. Итоговая, предполагаемая металлотметрическая модель благородных металлов, разработанная авторами, приведена на рис.1. Основой металлотметрической модели послужили материалы авторов, в течении многих лет исследовавших рудные богатства и геологию Кавказа, а также огромный, многолетний литературный и фондовый геологический материал коллективов кавказских геологов. Металлотметрическая модель является первой попыткой обобщения и анализа образования благородных металлов на Северном Кавказе, впервые выделенных в этом регионе. Громадный рудный потенциал металлов в регионе обеспечен черносланцевой формацией, вопросы развития

которой представляют первостепенный интерес. Практический промышленный интерес представляет разведанное Чучкурское месторождение золота (и платиноидов), самое крупное на Кавказе за всю историю его исследований. При составлении металлогенической модели основой служил фактический геологический материал Северного Кавказа, при минимуме теоретических гипотетических рассуждений, построений и предположений. По этой причине новые факты рудообразования благородных металлов Северного Кавказа могут служить дополнением и уточнением сложнейшей теории благороднометаллообразования черных сланцев Северного Кавказа и, в первую очередь, золотом.

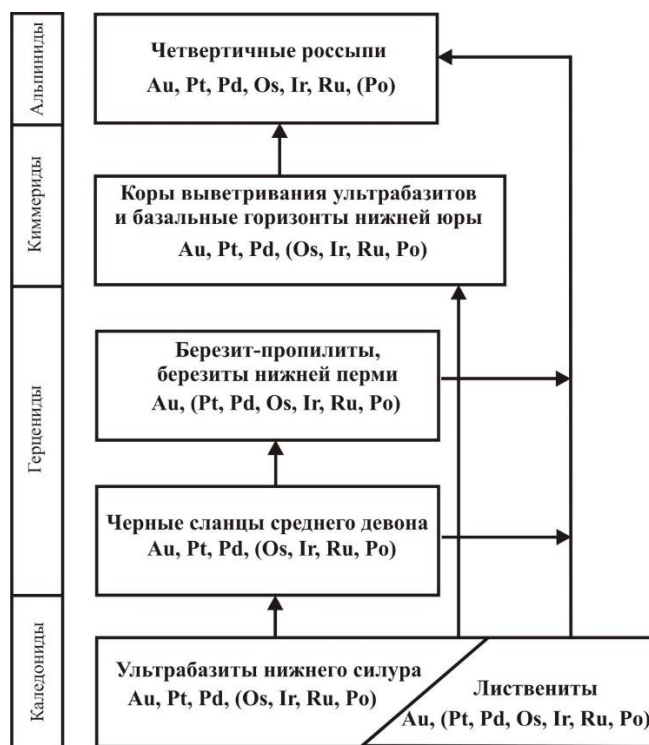


Рис.1. Металлогеническая модель благородных металлов Северного Кавказа в фанерозое (в скобках указаны металлы неопробованные, т.е. предполагаемые, но обнаруженные в современных аллювиальных отложениях).

Благородные металлы на Северном Кавказе Фактический материал и методика исследований

Исследования благородных металлов, планомерно начатые авторами с началом нынешнего столетия, охватили весь рудоносный Северный Кавказ и прежде всего зону Передового хребта. Работы регулярно проводились в Уруп-Лабинском рудном районе, известном россыпным золотом и находками платины. Одновременно осуществлялись поисковые работы в Северном Приэльбрусье (Худес-Чучкурский рудный узел). По этим территориям у авторов накопился обширный как собственный полевой материал, так и предшествующих работ по геологическому, минералогическому и геохимическому картированию (масштабы 1:10000-1:2000), изучению медноколчеданных месторождений и рудной нагрузки Северного Кавказа. Работы по благородным металлам начинались с исследования региональной полосы углеродсодержащих черных сланцев девона, аналоги которых содержат мировые гигантские месторождения благородных металлов. Черные сланцы Кавказа впервые были детально охарактеризованы авторами литологически, петрографически, минералогически и геохимически. Новым для Кавказа было площадное обзорное геохимическое исследование по выявлению благородных металлов, проведенное

авторами и показавшее аномальную региональную зараженность металлами (Au, Pt, Pd) 200-километровой полосы черных сланцев. Для выяснения первичного источника металлов были изучены серпентинитовые массивы Северного Кавказа в полосе протяженностью более 300 км. Прослеживание благороднометалльного оруденения было продолжено в осадочных юрских толщах Кубань-Малкинской территории. Собранный материал авторами постоянно анализируется и обогащается новыми фактами, что привело в итоге к разработке первой металлометрической модели рудогенеза благородных металлов и выделению Северного Кавказа в качестве новой провинции благородных металлов.

В описываемой металлогенической модели впервые указываются первичные источники оруденения для конкретных рудных объектов. Предлагаемая модель существенно дополнена поисковыми критериями и рекомендациями для изучения конкретных проявлений благородных металлов. Спецификой методики, затрудняющей изучения минералогии благородных металлов, является их физическая размерность - отсутствие макроскопических форм минералов при тонкодисперсности их микроскопических форм. По этой причине благородные металлы визуально не фиксируются, а изучение их может быть проведено только геохимическим путем с применением особо точных методов спектрометрии.

Особенности рудогенеза и металлогении благородных металлов Северного Кавказа

Специфичными новыми положениями рудогенеза благородных металлов для металлогенической модели Северного Кавказа (рис.1) являются следующие геологические факты:

1. Непрерывный, унаследованный процесс рудообразования на протяжении всего фанерозоя, при общем первичном каледонском ультрабазитовом источнике металлов (Au+МПП). Каждый последующий этап рудообразования содержит материал и предпосылки для рудообразования в последующих этапах, подчеркивая непрерывность и переходность рудообразования. Минералогический, геохимический, тектономагматический, онтогенический подходы к изучению рудного процесса и геологические обобщения позволяют проследить связь и изменения рудного процесса на протяжении каледонского, герцинского, киммерийского и альпийского геологических этапов.

2. Исторически рудогенные процессы заметно отличаются в палеозойский (каледониды, герциниды) от мезо-кайнозойский (киммериды, альпиды) периоды. Палеозойские события зарождения и трансформации рудных металлов и вмещающих пород обусловлены высоко энергетическими эндогенными процессами (магматизм, вулканизм, метаморфизм зеленокаменной фации). Мезо-кайнозойские процессы рудогенеза не связаны с магматизмом, резко изменяются в сторону экзогенных: седиментация, выветривание, перенос, переотложение терригенного материала.

3. Устойчивая ассоциативная связь двух групп благородных металлов Au – МПП. Равные пропорции содержания Au, Pt, Pd в исходной рудной аномалии и в различных фациальных и генетических типах аномалий благородных металлов, в среднем составляя в сумме содержание металлов около 1,0 г/т. При дополнительных наложенных золоторудных источниках на графиках появляются новые точки разброса металлов на фоне первичной группировки их показателей.

Главная генетическая информация по вопросам типизации рудогенеза благородных металлов наглядно отражена на поисково-генетической рудной модели района Беденского ультрабазитового массива [1,2,3,5,6,13]. Она включает следующие основные положения:

1. По периферии массива выделен в минеральной форме в россыпях современного аллювия полный набор ассоциации металлов (Au, МПП), свидетельствующий о присутствии комплекса благородных металлов на Северном Кавказе [1,2,3].

2. В серпентинитах Беденского массива выделен и доказан первичный базитовый источник рудообразования благородных металлов для всего фанерозоя Северного Кавказа [5].

3. Юрская кора выветривания ультрабазитов Беденского массива определила выделение нового типа оруденения благородных металлов – рудных кор выветривания ультрабазитов [6]. Коры выветривания и продукты их разрушения образуют субпромышленные крупные аномалии Au, Pt, Pd с содержаниями в сумме металлов до 1,5-2,0 г/т.

4. Герцинские девонские углеродсодержащие черносланцевые толщи Передового хребта [2,5,7] дали возможность детально изучить крупнейшие сланцевые продуктивные комплексы Кавказа, обосновать их металлоносность, условия образования и выявить тождество мировым продуктивным черносланцевым формациям [7].

В Худесс–Чучкурском рудном районе получены данные о позднегерцинском рудогенезе, подтвержденные разведкой крупного Чучкурского месторождения промышленных благородных металлов [4].

Дополнительным источником благородных металлов послужили руды герцинских медно-колчеданных золоторудных месторождений гидротермально-осадочного генезиса, которые показали, наряду с промышленным золотом, присутствие примесной (0,2 г/т) платины в медных колчеданных рудах [14]. Эта минерализация связана с базальтоидными девонскими комплексами офиолитовой формации и по геологическим показателям не обнаруживает связи с ультрабазитовым источником основных масс благородных металлов Кавказа.

В мезозойских осадочных юрских толщах Кубань-Малкинского района, наряду с рудоносными корами выветривания, выделены благородные металлы в продуктах разрушения и переотложения первичных коровых рудоносных осадков [6].

К дискуссии о рудогенезе благородных металлов

Приведенные геологические факты рудогенеза благородных металлов Северного Кавказа, наряду с установлением его особенностей, представляют большой интерес в глобальной проблеме происхождения металлов. Генетическая модель черносланцевого оруденения благородными металлами в настоящее время относится к наиболее сложным и дискуссионным теоретическим построениям в рудной геологии [8-13, 17-21]. Согласно общепринятым представлениям рудогенез благородных металлов черных сланцев относится к сложному многоэтапному процессу, что позволяет определить его как эндогенно-экзогенный [10], длительностью до целых геотектонических эпох [12,13]. Модель включает целый ряд событий от дисперсного рассеивания металлов до их сепарации и собирательной кристаллизации. В формировании рудных аномалий и месторождений благородных металлов последовательно выступают магматогенные экзогенные и седиментогенные факторы. Завершает процесс метасоматоз, как минимум зеленосланцевого уровня. Именно такие реперные события проявляются при формировании благородных металлов Северного Кавказа. Суть их следующая:

1) Всякое изучение рудного вещества сталкивается с вопросом его происхождения - мантийный? поверхностный? Геологический материал по благородным металлам Северного Кавказа указывает на их глубинный магматический базальтовый источник с последующим перемещением рудного вещества в тектоно-магматические эпохи через промежуточные вторичные источники с его обогащением и формированием аномальных скоплений.

2) Для рудоносных черносланцевых толщ очень важный вопрос заключается в аллогенном (привнесенном) или аутигенном (местном) характере рудного вещества? В черных сланцах Северного Кавказа источник рудного вещества аутигенный, связанный с процессом накопления рудовмещающих толщ.

3) Какова природа первичной дисперсности рудных минералов? По материалам минералогических исследований авторов, для минералов благородных металлов Северного Кавказа типоморфна первичная тонкозернистая размерность. Диспергация зерен благородных металлов дальше увеличивается до молекулярной сорбционной приращивании и седиментации рудного

материала в форме глинистых минералов, переработанных в гидрослюды при последующем региональном метаморфизме. Постметаморфические процессы сопровождались ростом зерен, сепарацией и собирательной кристаллизацией, особенно при наложении гидротермальных процессов.

Рекомендации для дальнейших работ. Комментарии

Вышеизложенные материалы и факты позволили впервые создать металлогеническую прогнозно-поисковую модель группы благородных металлов (Au+МПГ) Северного Кавказа. Модель создана авторами на основе принципов исторического, онтогенетического, фациального и вещественного подхода к изучению благородных металлов, комплекс которых ранее на Кавказе не рассматривался. Главной целью проведенных авторами исследований является доказательство наличия на Северном Кавказе потенциально промышленного оруденения благородных металлов. Многочисленные находки геохимических аномалий, зоны минерализации, рудопроявления и месторождения показали наличие потенциально промышленных металлов на Северном Кавказе в масштабах новой рудной провинции. Приведенная металлогеническая модель (рис.1) определяет общие направления поисков благородных металлов на Северном Кавказе. Конкретные указания и рекомендации поискового характера содержатся в серии статей авторов, дающих описание, генетическую типизацию и поисковые критерии. К сожалению, из более 40 работ авторов по этой тематике в нынешней статье упомянуто только 8 публикаций.

Дальнейшее исследование и освоение потенциала благородных металлов на Северном Кавказе заключается в охвате территории региона поисковыми и поисково-разведочными работами. Первоочередные поисково-разведочные работы, на взгляд авторов, следует проводить в пределах рудного поля Чучкурского месторождения. Промышленные запасы металлов, наличие коренных рудных проявлений и зон, недостаточная разведка на глубину рудных тел месторождения дают к этому обоснование. Кроме того, в Чучкурском рудном поле выделяются рудопроявления Придорожное, Перевальное, Водозаборное по своим масштабам и особенностям строения аналогичные рудопроявлению балки Лесной, давшее начало Чучкурскому месторождению.

Весьма перспективны для быстрого освоения рудные юрские коры выветривания ультрабазитов, уже имеющие субпромышленные содержания металлов, и совершенно не опробованные, кроме одной точки пересечения. При значительной мощности (до 30 м) и протяженности (2,8 км) кора выветривания только Беденского массива ультрабазитов дает от десятков (Pt, Pd) до сотни (Au) тонн благородных металлов. Металлоносные продукты разрушения кор выветривания нижней юры легкодоступны и залегают практически на поверхности в Кубанском районе.

Однако главное богатство благородных металлов Северного Кавказа сосредоточено в углеродсодержащей девонской черносланцевой толще, аналоге мировых продуктивных толщ [1,4,7]. При протяженности сланцевой полосы в 200 км, мощности 1500 м, ширине 0,5-10 км и среднем содержании суммы металлов (Au, Pt, Pd) в 1 г/т общие запасы благородных металлов неисчерпаемы. Ближайшим аналогом оруденения черных сланцев Кавказа является гигантское месторождение Сухой Лог. Практически вся полоса черных сланцев представлена геохимической аномалией металлов, при невыясненном до сих пор характере ее зональности и наличии многочисленных обогащенных рудных участков. Черные сланцы на Чучкурском месторождении участвуют в рудном процессе и содержат промышленное оруденение [4].

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808457-2-1.5.6.

Литература

1. Богуш И.А., Черкашин В.И., Рябов Г.В., М.Ш. Абдуллаев. Новый тип оруденения благородных металлов на Северном Кавказе // ДАН. 2016. Т.466. № 2. С. 193-195.
2. Богуш И.А., Черкашин В.И. Источники благородных металлов (Au, Pt, Pd) на Северном Кавказе. ЛИТОСФЕРА, 2019, том 19, № 3. С.465-471.

3. Богуш И.А., Рябов Г.В. Топоминералогия металлов платиновой группы на Северном Кавказе // Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии. Сыктывкар. Геопринт. 2020. С. 182-183.
4. Богуш И.А., Рябов Г.В., Черкашин В.И. Генезис и рудоносные структуры Чучурского месторождения благородных металлов Северного Кавказа // Геология и геофизика Юга России. № 10(1). 2020. С. 81-95.
5. Богуш И.А., Рябов Г.В., Черкашин В.И., Исаева Н.А. Ультрабазиты и источники благородных металлов (Au, Pt, Pd) на Северном Кавказе / Геология и геофизика Юга России. Т. 11, № 4. 2021. С.15-29.
6. Богуш И.А., Рябов Г.В., Черкашин В.И. Юрская кора выветривания и источники благородных металлов в черных сланцах Северного Кавказа // Россыпи и месторождения кор выветривания XXI века: задачи, проблемы, решение. Воронеж. 2021. С. 147-149.
7. Гончаров В.И., Богуш И.А., Бурцев А.А., Васьков И.М. Поисковые критерии и перспективы благородных металлов девонских черносланцевых толщ на Северном Кавказе. // Вестник Владикавказского научного центра РАН. Т. 7. № 3, 2007. С. 19-24
8. Додин Д.А., Савицкий А.В. Платиноносные углеродсодержащие формации в геологической истории. Углеродсодержащие формации в геологической истории. Петрозаводск. 2000. С. 167-178.
9. Константинов М.М. Генетические системы золоторудных месторождений // Докл. АН СССР. 1984. Т. 275. №3. С. 696–699.
10. Курбанов Н.К. Особенности формирования экзогенно-эндогенных месторождений благородных металлов в углеродистых терригенных комплексах // Тр. ЦНИГРИ 1987. Вып. 219. С. 3-14.
11. Лазаренков В.Г., Смыслов А.А., Тихомиров Л.И. // Крупные и уникальные месторождения редких и благородных металлов. С-Пб. 1998. С. 210-230.
12. Нарсеев В.А. О генезисе золотосульфидного оруденения в черносланцевых толщах. Руды и металлы. № 5, 1999. С.70-75.
13. Парада С.Г. Предпосылки и признаки платиноносности гипербазитовых массивов Северного Кавказа // Наука Юга России. 2017.Т. 13. № 1. С. 59-73.
14. Рябов Г.В. Платиноносность руд колчеданных объектов Северного Кавказа (на примере Урупского месторождения) // Сб. науч. трудов «Геология, оценка и локальный прогноз месторождений цветных, редких и благородных металлов». Новочеркасск, ЮРГТУ(НПИ), 1994. С. 25-32.
15. Сазонов В.Н., Коротеев В.А., Огородников В.Н., Поленов Ю.А., Великанов А.Я. Золото в «черных сланцах» Урала / Литосфера. 2011, № 4. С. 70-92.
16. Созинов, Н.А., Горячкин Н.И., Ермолаев Н.П., Чиненов В.А., Хорошилов В.Л. Платиноиды в черных сланцах. Природа. 1997, № 8. С. 11-17.
17. Campbell I.H., Naldrett A.J., Barnes S.-J. A model for the origin of platinum-rich sulphide horizons in the Bushveld and Stillwater complexes. // Journal of Petrol. 1983. Vol. 24. Pp. 133-165.
18. Gurskaya L.I. Platinum-group element mineralization associated with the black shales a new stratiform type ore for PGE. Abstr. VI International. Platinymsemin. Perth, W.Australia, 1991, h. 23.
19. Holland H.D. 1979. Metals in black shales – areassessment Economic Geology. V. p. 1676-1680.
20. J.Mao, B.Leman., A.Du, G.Zhang, D.Ma, Y.Wang, M.Zeng, R.Kerrich Re-Os Dating of Polymetallie Ni-Mo-3Pb-Au Mineralization in Love Cambrian Black Shalts of South Cina and Its GeologieSinificanse. EconomicGeol/ Vol 97, 2002.Pp. 1051-1060.
21. Mungall J.E. Magmatic geochemistry of the platinum-group elements. // Exploration for Platinum-Group Element Deposits. / Mineralogical Association of Canada. 2005. Vol. 35. Pp. 1-34.

УДК 553.3

DOI: 10.33580/2541-9684-2022-89-2-11-16

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРИГЕННОЙ МИНЕРАЛОГИИ И ПРОЦЕССОВ РОССЫПЕОБРАЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА

*Юсупов А.Р., Мамаев А.С., Юсупов З.А., Ахмедов А.С., Алхулаев К.Г.
Институт геологии ДФИЦ РАН, г. Махачкала*

Изучение минералогии и россыпеобразования на территории Дагестана проводилось в следующем направлении: При литолого-петрографических исследованиях для нефтегазовой геологии, легкая и тяжелая фракции изучались для характеристики литологических разностей и использовались для обоснования источников сноса терригенного материала при палеогеографических исследованиях. Эти работы проводились Южной экспедицией, Дагнефтью, Азнефтью, Грознефтью, МГУ, Институтом геологии ДНЦ РАН; При проведении геолого-съёмочных работ, минералогия изучалась по шлихам из рыхлых отложений при шлиховой съёмке, по протоочкам из коренных пород и шлифам; Россыпеобразование изучалось в результате специализированных работ на побережье Каспийского моря Азгеолуправлением и Даггеолэкспедицией, а также Институтом геологии ДНЦ РАН в чокрак-караганских отложениях неогена; Минералогическая и геохимическая изученность региона недостаточная, что отмечалось неоднократно на региональных совещаниях Севкавказгеологии.

Ключевые слова: Терригенная минералогия, россыпеобразование, юра, мел, третичные отложения, четвертичные отложения, песчаники, шлиховое опробование.

HISTORY OF THE STUDY OF TERRIGENIC MINERALOGY AND THE PROCESSES OF ALLOCER FORMATION ON THE TERRITORY OF DAGESTAN

*Yusupov A.R., Mamaev A.S., Yusupov Z.A., Akhmedov A.S., Alkhulaev K.G.
Institute of Geology DFRC RAS, Makhachkala*

The study of mineralogy and placer formation in the territory of Dagestan was carried out in the following direction: In lithological and petrographic studies for oil and gas geology, light and heavy fractions were studied to characterize lithological differences and were used to substantiate the sources of terrigenous material in paleogeographic studies. These works were carried out by the Southern Expedition, Dagneft, Azneft, Grozneft, Moscow State University, the Institute of Geology of the DSC RAS; When carrying out geological survey work, mineralogy was studied on the basis of sludge from loose sediments during sludge survey, on crushings from bedrock and thin sections; Placer formation was studied as a result of specialized work on the coast of the Caspian Sea by Azgeolupravlenie and Daggeolexpedition, as well as by the Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences in the Chokrak-Karagan deposits of the Neogene; The mineralogical and geochemical knowledge of the region is insufficient, which was repeatedly noted at regional meetings of Sevkaucageology.

Key words: Terrigenous mineralogy, placer formation, Jurassic, Cretaceous, Tertiary deposits, Quaternary deposits, sandstones, schlich sampling.

В целях выяснения минералогического состава мезозойских пород, изменений терригенно-минералогических ассоциаций по разрезу и по площади, И.О. Брод [6, 7] были начаты ещё в 1948г. петрографические исследования главным образом крупно- и мелкообломочных пород песчаников и алевролитов, слагающих юрский и меловой комплексы. Уже в 1949г были выявлены особенности минералогического состава пород, подтвержденные и детализированные работами 1949-1950г.г. Тогда при изучении отложений, развитых в бассейнах рек Уллучай, Буганчай, Рычалсу, Рубасчай, Чирахчай, Самур, хребет Лес и разведочных районов Восточной антиклинальной зоны (Огни, Дузлак, Хошмензил, Берикей), было установлено, что терригенно-минералогические ассоциации мезозойских отложений во всех отделах – ярусах, начиная с наиболее древнего ааленского и кончая нижнемеловым, в общих чертах сохраняют один и тот же состав указывая на преемственность и унаследованность областей питания и источников сноса в течении длительного промежутка времени.

Ряд авторов повторили исследования юрских отложений некоторых районов Юго-Восточного Кавказа [3, 8, 12, 13, 15, 16, 20, 21, 22, 31].

Детальными петрографическими исследованиями, проведенными этими авторами обнаружена неоднородность минералогического состава по простиранию. В их работе сделана попытка выделить для каждого изученного стратиграфического комплекса ряд терригенно-минералогических провинций, характеризующихся определёнными аллотигенными минералами, что служит основным пособием при палеогеографических реконструкциях их геологического прошлого. На данной площади ааленские отложения были изучены по 7 разрезам, что позволило выделить терригенно-минералогические провинции с достаточно ясно обоснованными границами.

Отложения верхнего байоса, широко развиты в пределах юго-восточного Кавказа и Дагестана, изучены по девяти разрезам. Результаты исследования показывают резкое перемещение терригенно-минералогических провинций в южном направлении.

Отложения бата, пользующиеся довольно широким развитием в Дагестане, изучены по реке Аварское Койсу и вблизи с. Аракань. В пределах юго-восточного окончания Главного Кавказского хребта отложения этой свиты изучены по рекам Курмукчай, Мухахчай, Гамзалычай и у с. Афурджа.

Ввиду того, что в разрезах Мухахчай и Гамзалычай изучена не полная мощность свиты, а остальные разрезы расположены на значительном удалении друг от друга, не представлялось возможным выделить четкую закономерность в распределении терригенно-минералогических ассоциаций по площади.

На данной территории минералогический состав титонских отложений был изучен по 7 разрезам – Курмукчаю, Бабачаю, Джимичаю, Халтану, Кызылчаю, Угаху, Гюлеху, в результате чего удалось достаточно выделить три терригенно-минералогических провинций с ясно обособленными границами.

Как стало известно из работ Халифа-Заде [28], схема распределения терригенно-минеральных ассоциаций песчанно-алевролитовых пород существенно меняется на рубеже аалена и байоса в результате предбайосских движений, резкого изменения ландшафтно-тектонического плана и климата областей денудаций и аккумуляций среднеюрских бассейнов Кавказа. Поэтому схематические карты распределения терригенно-минеральных ассоциаций этот автор составил для песчанно-алевролитовых пород карахской и хиналугской свит в целом; они характеризуют в обобщенном виде особенности ааленского и байосского этапов развития Восточного и Юго-Восточного Кавказа. Это позволило наглядно иллюстрировать изменения схемы распределения терригенно-минеральных ассоциаций и состава материнских пород в переломных моментах среднеюрской эпохи Восточного и Юго-Восточного Кавказа.

До 1952г. терригенно-минералогическим изучением нижнемеловых отложений Дагестана должным образом пока ещё не занимались. В основном был составлен И.А. Конюховым [21, 22] перечень минералов по юго-восточным площадям (Дузлак, Дагестанские Огни, Берикей, Хош-Мензил), а так же рассмотрены некоторые данные по отложениям апта для ряда разрезов южного и центрального Дагестана, которые содержатся в работе В.А. Гроссгейма и Мустафаева И.С. [12, 13].

В результате детальных работ Т.Г. Жгенти [15, 16] сделана попытка выделить для ярусов нижнемеловых отложений территории Дагестана терригенно-минералогические провинции, указать направление сноса обломочного материала, наметить питающие провинции, а так же дать некоторые выводы о строении древних суши.

Построения Т.Г. Жгенти базируются на 28 изученных разрезах нижнемеловых отложений и 1506 гранулометрических и минералогических анализах, а также данных фациальных особенностей нижнемеловых отложений.

В распределении минералов по площади намечается своеобразная ассоциация их, по которой хорошо выделяются отдельные терригенно-минералогические провинции.

Описание отдельных провинций она приводит по наиболее характерным минералам тяжёлой фракции, среди которых следует отметить магнетит-ильменит, гранат, титанит, брукит, ставролит, турмалин, циркон.

Изучением тяжёлой фракции верхнемеловых отложений, занимался А.М. Магомедов [23], который установил наличие 30 терригенных и аутигенных минералов и дал описание наиболее распространенных из них. Для них также выделено среднее значение содержания с вычислением среднеквадратичного отклонения.

Терригенная минералогия третичных отложений изучалась рядом исследователей: [2, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 24, 25, 31, 32, 33, 34, 36].

Работами П.П. Забаринского (1949г), Р.Г. Дмитриева (1954), Л.П. Гмид, Н.В. Марасанова (1958), В.Л. Галина (1960) и др. изучено более 30 терригенных минералов майкопских отложений и установлено, что все разновидности пород данной толщи Дагестана сложены одним и тем же комплексом минералов.

По составу терригенной части тяжёлой фракции установлены корреляционные минералы отдельных горизонтов майкопской толщи.

Терригенная минералогия чокрак-караганских отложений освещена в работах [2, 6, 12, 13, 17, 18, 24, 26, 29, 30, 31, 33]. Опираясь на личные данные и данные вышеперечисленных авторов Л.П. Гмид [10] выделила терригенно-минералогические провинции для нижнего и верхнего чокрака, а З.И. Иванова [6] выделила для нижнего и верхнего карагана.

История изучения терригенной минералогии сарматских отложений Дагестана связана с изучением также отложений Северного Кавказа [1, 4, 6, 7, 11, 17, 18, 27, 31]. Изучая минералогический состав отложений всех отделов сарматского яруса рассматриваемой территории данными исследователями установлено, что эти породы характеризуются исключительно однообразием терригенных минералов.

Терригенная минералогия плиоценовых отложений отражена в работах [7, 9, 11, 13, 18, 19]. Дана общая количественная характеристика минералов без детального изучения внешних свойств и закономерностей распространения по площади.

Первые данные о повышенном содержании тяжёлой фракции терригенных минералов в четвертичных отложениях прибрежной части каспийского моря получены в результате работ Института Океанологии АН СССР в прибрежных районах Северного Дагестана. В последующем работы по этим отложениям были проведены Азгеолуправлением в 1957г., Даггеолэкспедицией в 1956-60г.г. (К.К. Магомедов, Н.Т. Романов и др.).

В результате этих работ установлены повышение концентрации циркона и рутила в нескольких точках береговой линии Каспийского моря. Установлена небольшая россыпь титано-циркониевых минералов на участке Черкез-Озень.

Институтом геологии ДНЦ РАН начиная с 1994г проведены топоминералогические работы разновозрастных срезов (юра, мел, майкоп, чокрак-караган, сармат) мезо-кайнозойских отложений Дагестана. Выделены и изучены типоморфные особенности минералов легкой и тяжелой фракций терригенных комплексов. Составлены карты-схемы распространения этих комплексов минералов на территории Дагестана.

Анализ сопоставления комплексов терригенных минералов позволило впервые выделить 4 этапа в накоплении терригенно-минералогических ассоциаций (мезозойский, палеоген-среднемиоценовый, верхнемиоцен-плиоценовый и четвертичный). Эти этапы уточняют и детализируют геотектоническое развитие орогенических фаз региона.

В фактическом отношении эти работы сконцентрированы на поисках и прогнозе ископаемых и современных россыпей благородных металлов и титано-циркониевого сырья.

Открытие титано-циркониевой зараженности и золотоносности чокрак-караганских песчаников Восточного Кавказа, выдвигает этот район, как один из весьма перспективных на поиски россыпей этих видов сырья.

Несмотря на проведенное изучение терригенной минералогии, проблема происхождения и концентрации минералов остается открытой и поэтому в работе рассматриваются вопросы терригенной минералогии тяжелой фракции мезо-кайнозоя и связанных с ним процессов россыпеобразования.

Таким образом нами выдвигается новый регион для оценки и поисков прибрежно-морских россыпей на Кавказе.

Институтом геологии ДНЦ РАН впервые для территории Республики Дагестан на минералогическом уровне выделено два этапа тектонической активизации и усиления эрозионных процессов сопровождающих смену терригенно-минералогических ассоциаций. Впервые на Восточном Кавказе установлена россыпная золотоносность среднемиоценовых песчаников с применением шлихового опробования и аналитических методов. Впервые выделены особенности отдельных терригенных минералов, которые могут использоваться в корреляционных целях (циркон, рутил, ильменит, дистен, ставролит, апатит, эпидот).

Нами изучена и обоснована толща слабосцементированных кварцевых песчаников чокрак-караганского возраста (средний миоцен), как толща перспективная на установление поликомпонентных россыпей – благородные металлы, титано-циркониевые минералы (0,5-1%), кварц.

Полученные материалы позволяют обосновывать выделение собственной Восточно-Кавказской россыпной провинции с благородными металлами и невысоким (0,5-1%) содержанием титано-циркониевых минералов.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808457-2-1.5.6.

Литература

1. Абих Г.В. О строении и геологии Дагестана // Горн. журн., 1862. № 4. С.46-53.
2. Алиев А.Г. Петрография третичных отложений Азербайджана. // Азнефтеиздат. Баку 1949. 312с.
3. Алиев А.Г., Акаева В.П. Петрография юрских отложений Юго-Восточного Кавказа / Баку 1957. 208с.
4. Барбот-де-Марни Н.И. Отчет об исследованиях минеральных богатств и геологического строения Дагестана // Матер. для геол. Кавказа, сер.2, кн.9, 1895. С. 73-92.
5. Богуш И.А., Юсупов А.Р. Морфология и источники россыпного золота Северного Кавказа. Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2017. № 71. С. 4-12.
6. Брод И.О. Геология и нефте-газоносность Юга СССР / Л. 1959. 636с.
7. Брод И.О. Геологическое строение восточной части северного склона Кавказа. Л. 1960. 320с.
8. Быховский Л.З., Гурвич С.И., Патык-Кара Н.Г., Флеров И.Б. Геологические критерии поисков россыпей /М.: Недра, 1981. 253с.
9. Галин В.Л. Геологическое строение района между реками Рубас-чай и Самур. «Акчагыльское плато», юж. Дагестан. Фонды Дагнефти, г. Махачкала. 1954.
10. Гмид Л.П. Литология караганских и чокракских отложений Северо-Восточного Кавказа // Л., 1953. 462с.
11. Голубятников В.Д. Геология и полезные ископаемые третичных отложений Дагестана // Тр. ЦНИГРИ, 1961, вып. 131. 220с.
12. Гроссгейм В.А. История терригенных минералов в мезозое и кайнозое Северного Кавказа и Предкавказья // Тр. ВНИГРИ, вып 180, 376с.
13. Гроссгейм В.А. История терригенных минералов в мезокайнозое Северного Кавказа и Предкавказья в связи с геологическим развитием этой области // Институт геологии им. академика И.М. Губкина. Тр. 3-го Всесоюзного совещания по литологии и минералогии осадочных пород. Баку: Изд-во АН Аз. ССР, 1962. С. 94-104.

14. Дмитриева Р.Г. Петрографическое изучение караганских отложений Дагестана / Автореф. Научн. Трудов ВНИГРИ, вып. 4, Ленинград. 1950. С. 27-44.
15. Жгенти Т.Г., Слинько М.Е. Фациально-палеогеографические условия формирования терригенной (аспидной) существенно угленосной формации нижней и средней юры Дагестана и генетически связанных с ними полезных ископаемых // В сб. Стратиграфия, литология и закономерности размещения полезных ископаемых Дагестана. Даг. Филиал АН СССР, ИГ, Махачкала, 1977. С. 63-78.
16. Жгенти Т.Г. Терригенно-минералогические и питающие провинции нижнемеловых отложений Дагестана // Даг. ФАН, труды Геологического института: Том 1. Махачкала. 1958. С. 69-82.
17. Жижченко Б.П. Средний миоцен; стратиграфия СССР, т. 12, неоген. // М. Изд-во АН СССР, 1940. С. 51-223.
18. Жижченко Б.П. Третичные отложения Северного Кавказа (Центральное и Восточное Предкавказье), 1950. С. 65-112.
19. Кленова М.В., Соловьев В.Ф., Алексина И.А. и др. Геологическое строение подводного склона Каспийского моря // Изд-во АН СССР, Москва 1962. 638с.
20. Конюхов И.А. История развития Дагестана в мезозойское время // МГУ, вып. 176, геология, 1956. С. 24-36.
21. Конюхов И.А. Литология мезозойских отложений Восточного Предкавказья в связи с нефтегазоносностью // Тр. КЮГЭ, 1959, вып. 3, 350с.
22. Конюхов И.А. Литологические особенности нижнемеловых отложений Северо-Восточного Кавказа // Сов. геол., № 37. 1957. С. 63-69.
23. Магомедов А.М. Литология верхнемеловых отложений Дагестана // ИГ. Даг. ФАН Махачкала, 1984. С. 101-121.
24. Мацапулин В.У., Юсупов А.Р., Мацапулина Е.В. Терригенная минералогия тяжелой фракции и металлогения осадочных комплексов мезо-кайнозоя Восточного Кавказа // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН, вып. 46, 1997. С. 96-98.
25. Мацапулин В.У., Юсупов А.Р. Перспективность Прикаспийской низменности Восточного предкавказья на поиски россыпей циркона // В сб. Проблемы и перспективы морехозяйственного комплексообразования в Дагестане. Махачкала, 2001. С. 51-53.
26. Мацапулин В.У., Юсупов А.Р. Характеристика терригенной минералогии тяжелой фракции чокракских отложений Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Вып. № 50. Махачкала, 2006. С. 60-63.
27. Прокопов К. А., Хуциев А.А. Майкопская свита в Сулакском районе. Тр. Сев. Кав. Конф. геол. нефт. вып. 5, 1933. С. 27-33.
28. Халифа-Заде., Магомедов А.М. Среднеюрские отложения восточной части Большого Кавказа. Изд-во «Наука», 1982. 276с.
29. Черкашин В.И., Мацапулин В.У., Юсупов А.Р. Перспективность поисков титано-циркониевых россыпей в миоцен-плейстоценовых отложениях Дагестана // Рабочее совещание, ИГЕМ РАН, Москва 2006. С. 81-83.
30. Черкашин В.И., Мацапулин В.У., Юсупов А.Р. Терригенная минералогия тяжелой фракции пород мезо-кайнозоя Восточного Кавказа // Материалы 4-й Международной научно-технической конференции, Красноярск 2006. С.
31. Черкашин В.И., Мацапулин В.У., Юсупов А.Р. Терригенная минералогия тяжелой фракции пород мезокайнозоя Восточного Кавказа и перспективы титано-циркониевого россыпеобразования // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Вып. № 50. Махачкала, 2006. С. 73-85.
32. Шатский Н.С. Закономерности размещения полезных ископаемых. // Т. IV. Россыпи. Госгортехиздат, 1960. 254с.
33. Юсупов А.Р., Мацапулин В.У., Ахмедов А.М. Характеристика россыпеобразующих минералов тяжелой фракции караганских отложений Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск № 50. Махачкала, 2006. С. 54-57.
34. Юсупов А.Р., Алхулаев К.Г. Типоморфные особенности некоторых терригенных минералов в различных осадочных комплексах Восточного Кавказа // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2012. № 58. С. 69-74.

35. Юсупов А.Р. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук // Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Сыктывкар, 2011.

36. Юсупов А.Р., Мамаев А.С., Юсупов З.А., Ахмедов А.С. История изучения терригенной минералогии и процессов россыпеобразования на территории Дагестана // В книге: Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Коллективная монография по материалам XI Всероссийской научно-технической конференции с международным участием "Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа (ГЕОКАВКАЗ 2022)". Науч. редакторы: И.А. Керимов, В.А. Широкова. Москва, 2022. С. 781-785.

УДК 553.435 (470.67)

DOI: 10.33580/2541-9684-2022-89-2-17-20

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕННОСТИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГОРНОГО ДАГЕСТАНА

Исаков С.И., Тулышева Е.В.

Институт геологии ДФИЦ РАН. г. Махачкала.

Установленные промышленные колчеданно-полиметаллические месторождения на Восточном Кавказе – Филizчай, Кацдаг (Азербайджан), Кизил-Дере (Дагестан) позволили выделить Восточно-Кавказскую колчеданоносную провинцию как наиболее перспективную на Северном Кавказе. На разведанное в пределах Дагестана медно-пирротинное месторождение Кизил-Дере существуют различные взгляды на его происхождение. По вопросу о генезисе рудных формаций среди исследователей единого мнения нет. Все существующие модели образования колчеданных руд примерялись для месторождения.

Ключевые слова: полиметаллы, Дагестан, разломы, тектоника, рудопроявления, месторождения, зона.

HISTORY OF EXPLORATION OF ORE DEPOSITS IN MOUNTAIN DAGESTAN

Isakov S.I., Tulysheva E.V.

Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, RAS

The established commercial pyrite-polymetallic deposits in the Eastern Caucasus - Filizchay, Katsdag (Azerbaijan), Kizil-Dere (Dagestan) made it possible to single out the East Caucasian pyrite-bearing province as the most promising in the North Caucasus. There are different views on the origin of the Kizil-Dere copper-pyrrhotite deposit explored within Dagestan. There is no consensus among researchers on the issue of the genesis of ore formations. All existing models for the formation of pyrite ores were tried on for the deposit.

Keywords: polymetals, Dagestan, faults, tectonics, ore occurrences, deposits, zone.

Складчатая структура Большого Кавказа, по современным представлениям, считается сформированной в результате интенсивного глубинного тангенциального сжатия, вызванного, главным образом, продвижением к северу относительно жесткого Черноморско-Закавказского массива и поддвиганием его под Большой Кавказ. Восточный сегмент Большого Кавказа, включающий Горный Дагестан, характеризуется складчато-разрывной тектоникой, обусловленной этим же тангенциальным сжатием, многолетним предметом дискуссий которых являются особенности формирования, геологическое строение и металлогения [3, 6, 15, 21]. Здесь развиты направленные к югу крупные тектонические покровы, которые рассматриваются как результат действия механизма горизонтальных сжимающих усилий [2]. Установлены многочисленные разрывные нарушения, большинство из которых являются сбросами и взбросами, реже проявлены надвиги. Помимо общекавказской направленности нарушений намечается и поперечная, которая улавливается при тщательном анализе мощностей и фаций и интерпретации геофизических данных [10].

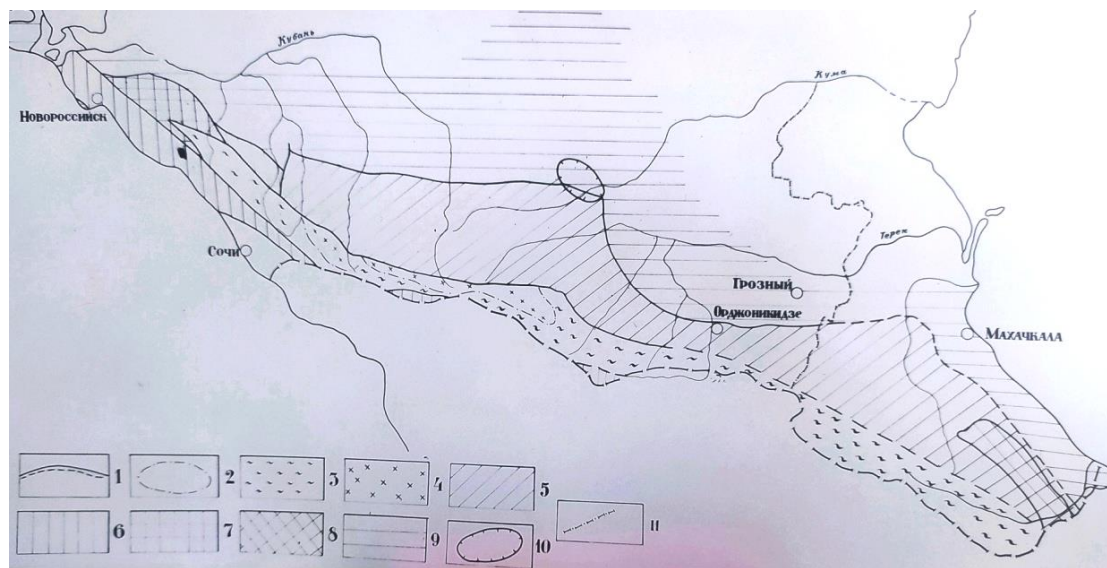
В пределах рассматриваемой территории выделяются структуры, которые в разной степени влияют на размещение полезных ископаемых при различных этапах геологического развития. Рудопроявления данной территории относятся к киммерийской металлогенической эпохе. Черницын в своей схеме металлогенического районирования Северного Кавказа (рис. 1) считает, что Горный Дагестан входит в состав Южной подзоны металлогенической зоны Главного хребта [20].

Южный металлогенический пояс Большого Кавказа, включающий Приводораздельную и Самуро-Белореченскую металлогенические зоны, разделены Ахтычайским разломом в пределах Дагестана. Оруденение территории представлено месторождениями и рудопроявлениями двух формаций: колчеданной (медно-пирротиновый Кизил-Деринский тип) и жильной кварц-сульфидной. Для Приводораздельной металлогенической зоны на Восточном Кавказе характерно

развитие мощных осадочных, преимущественно глинисто-алевролитовых толщ, среднеюрского возраста и проявления базальтоидного магматизма в виде покровов, силлов, даек.

Самуро-Белореченская металлогеническая зона (Дагестанская подзона) располагается севернее Ахтычайского разлома в пределах Бокового хребта. Представлена алевролитами, песчаниками, конгломератами; продуктами кислого вулканизма (дацит-риолитовым эффузивно-пирокластическим, гранит-порфировым комплексами) верхнетояр-нижнеааленского возраста; жильного полиметаллического оруденения [18].

Ртутные рудопроявления отнесены к альпийской металлогенической эпохе и концентрируются в пределах Джуфидагской антиклинальной зоны [19].



Условные обозначения: 1 – Границы металлогенических зон; 2 – Границы металлогенических подзон. Металлогеническая зона Главного хребта с подзонами; 3 – южная с полиметаллическим и медно-пирротиновым (J_1 - J_2) оруденением; 4 – Северная с оруденением складчатой стадии; 5 – Предгорная минерагеническая зона (J_3); Альпийская складчатая эпоха. 6-8 – Районы развития ртутного оруденения (6 – Зоны во флишевых и субфлишевых прогибах, 7 – Бзельский рудный район, 8 – Джуфидагская антиклинальная зона); 9 – Предкавказская минерагеническая зона россыпных и осадочных проявлений Mn, Fe, Ti; 10 – Кавминводский рудный район; 11 – Территория Дагестана.

Рис. 1. Схема металлогенического районирования Северного Кавказа

В нижне- и верхнеюрских отложениях юго-восточной части Кавказа известно медно-пирротиновое и колчеданно-полиметаллическое оруденение, локализованное в виде сравнительно узкой полосы, вытянутой почти на 400 км вдоль южного склона. К этой полосе приурочены Филизчайское, Катехское, Кацдагское и Кизил-Деринское полиметаллические месторождения, а также многочисленные мелкие рудопроявления [17].

В изучаемой территории известны многочисленные рудопроявления свинца, цинка, кобальта и меди. Обычно это скопления сульфидов Fe, Si, Pb, Zn, нередко с примесью Co, Ni, Se, Te, As и других типоморфных примесей. Они локализуются в глинистых сланцах и алевролитах ааленского или позднеплинсбахско-тоарского возраста в непосредственной близости от даек и силлов основного, реже кислого состава и других проявлений вулканизма и контролируются крупными разломами. Металлогенические исследования, проведенные [8] позволили выделить группу медно-полиметаллических рудных формаций. В составе этой группы выделяются рудные формации: медно-кобальтовая, медно-пирротиновая, колчеданно-медно-полиметаллическая и полиметаллическая.

Рудопроявления и месторождения колчеданно-полиметаллической формации представлены пласто- и линзообразными залежами сульфидов близосогласного с вмещающими породами залегания. Для проявлений остальных же формаций характерными формами рудных тел

являются жилы, зоны дробления, штокверкового окварцевания с прожилковым оруденением сульфидов железа, меди цинка, кобальта.

В пределах одной и той же рудной формации обычно выделяются несколько минеральных типов по набору, количественным соотношениям минеральных ассоциаций и последовательности их выделения. Помимо отмеченных рудопроявлений, объединенных в рудные формации, широко развиты безрудные кварцевые, карбонатные и кварц-карбонатные жилы и жилы с сульфидами-пиритом, халькопиритом, положение которых еще не определено.

По вопросу о генезисе рудных формаций среди исследователей единого мнения нет. Были высказаны мнения об их принадлежности к гидротермально-метасоматическому [Бородаевская и др., 1966; Дзоценидзе, 1969; Полищук, Слюняев, 1970], До выявления и разведки месторождения Кизил-Дере колчеданное рудопроявление относилось к гидротермальным образованиям [5, 19].

Академик В.И. Смирнов (1967) выдвинул гипотезу о существовании роли осадочно-гидротермального рудоотложения в процессе становления сульфидных залежей восточной части Большого Кавказа, с последующим наложением медно-полиметаллической минерализации гидротермальным путем, которая и придает практическую ценность колчеданным проявлениям [16]. Такую точку зрения разделяли многие исследователи, которые посвятили изучению колчеданных руд Дагестана [1, 8, 12, 14].

М.Б. Бородаевская и А.Г. Злотник-Хоткевич [4] доказали наличие осадочно-диагенетических образований пирита во вмещающих породах месторождения Филизчай. Сторонниками такой точки зрения были Курбанов М.М., Полищук и др.. Изучив изотопный состав серы сульфидов месторождения Филизчай Л.Н. Гриненко [7] также пришел к выводу о возможности гидротермально-метасоматического способа образования месторождения.

К группе исследователей-сторонников гидротермального происхождения месторождения Кизил-Дере относят также Ю.Я. Черненко, Г.С. Фесенко и др., впервые выделивших на верхнем горизонте рудной залежи вторичные кварциты преимущественно монокварцевого состава, представленных эруптивными брекчиями диабазовых порфиритов и диабазов. Авторы предположили, что месторождение Кизил-Дере является составной частью уплощенного в общекавказском направлении симметричного рудно-магматического пучка, корневые части которого располагаются на глубине 2,5-3 км от современной эрозионной поверхности.

Жабин А.Г., Рябова Г.В. обосновывают гипотезу гетерогенного происхождения Кизил-Дере. Они считают, что основные сульфидные тела месторождения образовались осадочно-диагенетическим путем с последующим гидротермальным наложением полиметаллической минерализации [9].

Как видим, гипотезы по генезису рудной минерализации значительно различаются. В упоминавшихся выше гипотезах для генетического обоснования были взяты особенности руд, связь с тектоникой, магматизмом, положение оруденения, геологические особенности и тд. Это представляется нам обусловлено своеобразием геологического положения рудных формаций, а также недостаточной разработкой для генетических целей некоторых вопросов геологии территории [11, 13].

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808457-2-1.5.6.

Литература

1. Андреев Ю.П., Полищук И. Б., Савин С. В. Хнов-Борчинский рудный район. В кн.: Колчеданные месторождения Большого Кавказа. М., Недра, 1973, с. 159–178.
2. Багатаев Р.М., Бергер М.Г., Минералого-геохимические особенности золотоносных рудопроявлений в черносланцевых толщах Горного Дагестана // Геология и геофизика Юга России, № 4, 2012. С.8-24.

3. Большой Кавказ в альпийскую эпоху / Ред. Ю. Г. Леонов. М.: Геос, 2007. 368 с.
4. Бородаевская М.Б., Злотник-Хоткевич А.Г. О происхождении пирита в осадочных породах кровли залежи колчеданно-полиметаллических руд Филлизчайского месторождения (южный склон Б. Кавказского хребта). Тр. ЦНИГРИ. Вып. 80. 1960.
5. Бунин Г.Г. Рудоносность и основные черты металлогении Горного Дагестана // Тр. Института геологии Даг. ФАН СССР. Вып. 1. 1961. 62 с.
6. Геология и полезные ископаемые Большого Кавказа / Отв. ред. Е.Е. Милановский и Н.В. Короновский. М.: Наука, 1987. 269 с.
7. Гриненко Л.Н., Злотник-Хоткевич А.Г., Заири Н. М.,. Изотопы серы Филлизчайского колчеданно-полиметаллического месторождения на Кавказе // Геология рудных месторождений. М. 1971. 1, т. 13, с. 62-75.
8. Диваков К.С., Апостолов Д.А., Гагиев Р.Н. К металлогении Южного Дагестана //Геология рудных месторождений. Вып. 2.1971.
9. Жабин А.Г., Рябова Т.В. Гетерогенное медно-колчеданное месторождение Кизил-дере в Дагестане. - Геология руд. месторождений, № 6. 1971
10. Иванов Г.И., Долгих А.Г., Черницын В.Б. Геологическое строение юго-восточной (Дагестанской подзоны). В кн. «Колчеданные месторождения Большого Кавказа», Недра, М., 1973.
11. Исаков С.И., Мацапулин В.У., Тулышева Е.В. Эндогенная активность обрамления Восточного Кавказа на территории Дагестана в позднекайнозойское время // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2020. № 3 (82). С. 9-12.
12. Курбанов М.М. Структура и некоторые вопросы генезиса колчеданного месторождения Кизил-Дере в Ю. Дагестане.- Тез. док. IV конф. по геол. и полезным ископ. Сев.Кавказа. Ессентуки. 1974. С.190.
13. Мацапулин В.У., Тулышева Е.В., Исаков С.И. Гидротермально-осадочные сульфиды полиметаллов в песчано-глинистых отложениях юры Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Вып. 2 (85). 2021. С.4-9.
14. Рудянов И.Ф., Черницын В. Б. Новые данные о взаимоотношении колчеданного оруденения с дайками диабазов в Дагестане. Докл. АН СССР. Т. 197. № 2. 1972. С. 424-426.
15. Скрипченко Н.С., Пруцкий Н.И. Проблемы геодинамики и металлогении Большого Кавказа // Региональная геология и металлогения. 2005. №25. С. 39-51.
16. Смирнов В.И. Соотношение осадочного и гидротермального процессов при формировании колчеданных руд в юрских флишоидах Большого Кавказа // «Докл. АН СССР, сер. геол.». Т. 177. № 1. 1967. С. 179-181.
17. Холодов В. Н. Постседиментационные преобразования в элизионных бассейнах (на примере Восточного Предкавказья). М.: Наука, 1983,152 с.
18. Черкашин В.И. Минералогия оруденения мезо-кайнозойских отложений Восточного Кавказа. Дисс. на соиск. уч. ст. д.г.-м.н., Казань. 2007. 52 с.
19. Черницын В.Б. К истории металлогенического развития Северного Кавказа. В кн. «Закономерности размещения полезных ископаемых». Наука, М., 1967.
20. Черницын В.Б. Некоторые особенности металлогении Северного Кавказа. В кн. «Проблемы металлогении и магматизма Кавказа». Наука, М., 1970. С. 30-42.
21. Шолпо В.Н. Альпийская геодинамика Большого Кавказа. М.: Недра, 1978. 176 с.

УДК 551.24+553.98

DOI: 10.33580/2541-9684-2022-89-2-21-29

СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ НЕФТЕГАЗООБРАЗОВАНИЯ. ИСЧЕРПАЕМОСТЬ И ВОЗОБНОВЛЯЕМОСТЬ УГЛЕВОДОРОДОВ

*Меликов М.М., Гаджиева Т.Р.
Институт геологии ДФИЦ РАН*

В статье рассматриваются современные взгляды на происхождение нефтегазообразования. Приводятся факты воспроизводства залежей УВ после остановки их эксплуатации в течение длительного периода времени, что позволяет ввести существенные коррективы в стратегию разработки месторождений путем консервации ранее эксплуатируемых скважин. Это положение основывается на новых данных о масштабах и скорости вертикальной миграции УВ. Полигенез концепций нефтегазообразования можно условно назвать «гарантом» их возобновляемости.

Ключевые слова: нефтегазообразование, нефтегазоаккумуляция, залежь, углеводороды, полигенез.

MODERN CONCEPTS OF OIL AND GAS FORMATION HYDROCARBONS EXHAUSTIVITY AND RENEWABILITY

*Melikov M.M., Gadzhieva T.R.
Institute of Geology of the Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences*

The article discusses modern views on the origin of oil and gas formation. The facts of the reproduction of hydrocarbon deposits after the shutdown of their operation for a long period of time are presented, which makes it possible to introduce significant adjustments to the strategy of field development by mothballing previously operated wells. This position is based on new data on the scale and rate of vertical migration of hydrocarbons. The polygenesis of the concepts of oil and gas formation can be conditionally called the "guarantor" of their renewability.

Key words: oil and gas formation, oil and gas accumulation, deposit, hydrocarbons, polygenesis.

Происходящие в мире грандиозные изменения, в первую очередь, – пандемия, связанная с распространением коварного непредсказуемого вируса – Ковид-19, в том числе климатическими катаклизмами и геополитическими изменениями на международной арене, последствия которых мы ощущаем на себе уже в настоящее время, что предполагает определение дальнейшего развития человечества, по крайней мере, на протяжении текущего столетия.

Экономическое и политическое лидерство в мире сосредоточено в руках развитых стран, в которых проживают 15% населения Земли (золотой миллиард), потребляющих 70-80% мировых ресурсов, особенно углеводородов, что создает предпосылки для глобального конфликта, проявляющиеся уже в настоящее время. Процессы интеграции и глобализации во всех сферах жизнедеятельности человечества на планете нарастают. Кроме того, нарастает угроза экологической катастрофы а также потребление традиционных источников энергии. Запасы основных энергоносителей – углеводородов (УВ) сокращаются или растут недостаточными темпами, связанные со многими причинами.

Констатация реалии экономики нашей страны такова, что в конце 20-начало 21 столетий, временно является ресурсно-ориентированной на традиционные энергоносители – УВ. Но однако, по настоящее время не утихают споры по вопросам нефтегазообразования, поскольку в нашем тысячелетии вопросы УВ, как главных энергоносителей являются главным определяющим фактором развития многих отраслей экономики большинства стран мира.

Ниже кратко рассмотрим современные взгляды на происхождение нефтегазообразования.

Разработка общей теории нефтегазоносности, во многом будет зависеть от уровня развития отдельных наук и от общего состояния применяемой методологии при их исследованиях. Используя последние достижения естественно-математических и исторических наук, необходимо дать более полное определение задач и/или целей изучения той или иной научной геологической

дисциплины, установить иерархию соподчиненности объектов исследований, выявить структурные и генетические типы связей между объектами данного направления геологической науки и другими ее ветвями; определить место конкретной научной дисциплины среди других геологических дисциплин. Все это справедливо и в отношении нефтегазовой геологии.

Скопления нефти и газа обнаружены во всех достаточно мощных осадочных бассейнах, выделяемых как на континентах, так и в периферийных частях Мирового океана независимо от возраста отложений и физико-географических условий. Нефтегазопоявления встречаются в областях распространения метаморфических и кристаллических выступов фундамента платформ [17].

На протяжении почти, 200 лет нефтяники отдавали предпочтение органической гипотезе происхождения углеводородов (УВ). На протяжении этого же периода времени выдвигались различные гипотезы и предпринимались немалые попытки по созданию единой (универсальной) теории генезиса УВ. В теоретическом плане эти концепции объединяет то, что процессы образования УВ происходят в осадочных бассейнах за счет преобразования органического вещества на стадиях диагенеза и катагенеза осадочных пород. Несмотря на то, что столько же лет осуществляется промышленная добыча нефти, до сих пор нет единого мнения об ее происхождении.

Понимание общих закономерностей нефтегазообразования и нефтегазонакопления в земной коре, согласно Б.А. Соколову (МГУ, 2001), позволяет подойти к созданию общей теории нефтегазоносности недр.

Касательно вопроса исчерпаемости и/или неисчерпаемости УВ-х ресурсов, то здесь на передний план можно выдвинуть генезис их происхождения. С позиций абиогенного происхождения нефти ее запасы на Земном шаре должны быть огромными, несопоставимы с таковыми, с позиций биогенного происхождения. Нефтяники-органики очень низко оценивают УВ-й потенциал Земли.

Приведем интересный исторический факт: с того момента времени, как Дрейк в 1859г. пробурил первую в мире скважину на нефть, трудно найти период более пяти лет, чтобы кто-либо не сигнализировал об истощении запасов нефти и о приближении энергетического кризиса.

Да, пожалуй, можно соглашаться и не соглашаться с этим, поскольку мы видим, что в настоящее время мировая финансово-политическая стабильность связана именно с нефтяным рынком. Официально нынешняя, мягко выражаясь, нестабильная обстановка на Ближнем Востоке преподносится, с точки зрения «запада» как диктатура местных властей и под видом внедрения «западной демократии» здесь ведутся крупномасштабные войны, несмотря на то, что тысячелетиями народы стран Востока жили по «своим правилам» (хотя нет мирового нефтяного кризиса).

Согласно данным американских исследователей (А.С. Ласага и Х.Д. Холланд, 1971), количество нефти, которую может продуцировать вся органика Земного шара, можно представить в виде слоя толщиной 2,5мм, равномерно покрывающего поверхность Земли [16]. В случае абиогенной теории толщина такого слоя равнялась бы 10км, и, следовательно, количество нефти на Земном шаре с этой позиции в несколько млн. раз больше, по сравнению с биогенной позиции.

Происхождение УВ на современном этапе развития нефтегазовой геологии является ее основной проблемой и научной основой прогнозирования нефтегазоносности и научной базой геологоразведочных работ на нефть и газ, решение которой представляет не только научный, но и практический интерес.

Сторонники органической осадочно-миграционной концепции генезиса УВ выявили основные генетические связи нефтегазообразования и размещения скоплений нефти и газа в осадочном чехле литосферы. Они внесли большой научный вклад в решение вопросов детального изучения органического вещества горных пород, нефтей и газов, а также первичной и вторичной миграции УВ, формирования их залежей и т.д. Следует отметить, что вопросы, охватываемые данной проблемой, так сложны, что многие из них и по сей день не имеют однозначного

научного решения, которые объясняются недостаточной изученностью их с позиций физических процессов, протекающих в земных недрах, определяющих их условия образования, генерации, миграции и аккумуляции.

В.И. Вернадский считал, что образование нефти – одно из проявлений процесса передачи энергии Солнца через живое вещество в глубокие слои планеты. Заслуживают внимания высказывания И.В. Высоцкого, считающего нефть и газ формой посмертного существования биологической энергии.

На кафедре геологии горючих ископаемых МГУ происходила планомерная разработка универсальной концепции – общей теории нефтегазоносности Земли (Б.А. Соколов), в основу которой положена флюидодинамическая концепция нефтегазообразования. С ней связывается надежда разрешения проблем энергетики процессов генерации УВ изРОВ, а также энергетики механизмов первичной (мобилизации «микронефти») и вторичной (концентрация «микронефти» в скопления) миграции [5, стр. 53].

При создании общей теории нефтегазообразования постулируется попытка объединения, существующих сегодня, органического и неорганического генезиса. Однако ее реализация связана с большими трудностями. Причина состоит в том, что в соответствии с новыми данными, в особенности по результатам исследований дна Мирового океана, формирование скоплений УВ в осадочном разрезе происходит не за счет «микронефти». Как оказалось, аномальные концентрации ОВ битумов (включая «микронефть») и УВ-х газов в породах связаны с утилизацией потоков глубинных УВ-х флюидов, формирующихся в благоприятных условиях и скопления УВ, а также разгружающихся насквозь в гидросферу и атмосферу [5, с. 53-54].

В последние годы также разрабатывается новая концепция нефтегазообразования. Наряду с механизмами биогенного и абиогенного синтеза УВ, новая концепция, как обязательные элементы, учитывает периодическое поступление на Землю кометных углерода и воды, и их последующее участие в глобальном геохимическом круговороте вещества на планете, охватывающем ее атмосферу, гидросферу, а также породы земной коры и мантии. Идея круговорота позволяет совместить лучшие стороны органической и минеральной теорий нефтегазообразования, лишив их, правда, претензий на универсальность [3, стр.31].

Поставщиком УВ в залежи являются процессы глубинной углеводородной дегазации утверждают сторонники абиогенной концепции. Частая приуроченность месторождений УВ к приподнятым блокам кристаллического фундамента является установленным фактом. Причиной такого контроля является неорганический синтез нефтяных УВ из воды и углекислоты в восстановительных средах глубинных мантийных очагов. Затем наступает разрыв сплошности вышележащих пород и заполнение коллекторов осадочного разреза. Установлено также наличие скоплений УВ в породах кристаллического фундамента и даже щитах. Синтез УВ из неорганических веществ в восстановительной среде при высоких температурах и давлении, отвечающих условиям верхней мантии, подтвержден экспериментально [9].

Согласно А.Н. Дмитриевскому [8], концепция полигенеза нефти и газа предполагает возможность образования месторождений нефти и газа за счет: биогенных и абиогенных источников; преобразования органического вещества, сбора «микронефти» в залежи с дополнительной подпиткой глубинными УВ; органического материала, прошедшего глубинное преобразование (субдукционная нефть). Эти предположения укрепляют позиции обеих концепций. При этом сторонники органической концепции получают механизм сбора, рассеянной в осадочных породах, микронефти в залежи, сторонники же неорганической концепции – реальный механизм транспорта глубинных флюидов и имеют возможность обосновать наличие абиогенных УВ в удаленных от разломов и ослабленных участков земной коры внутриплатформенных месторождений нефти и газа; объединить положительные стороны обеих концепций и на новой теоретической базе оценить мировые ресурсы нефти и газа [9, стр. 105].

Наряду с вышеперечисленными концепциями, в последнее время большое внимание исследователей привлекает концепция расширяющейся Земли, у истоков которой стоял русский ученый И.О. Янковский [7]. Он и его последователь австралийский геолог У. Кэри [8] считают, что в центрах вращающихся космических тел происходит образование энергии и массы вещества в пропорции, определяемой формулой А. Эйнштейна $E = mc^2$. Образование энергии и массы приводит к расширению небесных тел и импульсному энерго-, массо-переносу из центров космических тел во Вселенную. Радиус Земли в настоящее время увеличивается на 2 см в год по данным НАСА, основанным на наблюдениях из космоса, аналогичная величина получена и по другим данным [21].

К.Е. Веселов [6] подробно аргументировал концепцию расширяющейся Земли с геофизических, геологических, энергетических и космологических позиций. Он пришел к выводу, что за последние 500 млн. лет масса Земли и сила тяжести увеличились приблизительно в два раза. Вследствие вращения по эллиптической орбите Земля испытывает ускорение и замедление. Образующаяся при этом энергия инерции и гравитации переходит в инертную массу. По расчетам К.Е. Веселова Земля получает за год $5 \cdot 10^{39}$ эрг гравитационной энергии. За 1 сек. Земля получает в 2,5 раза больше гравитационной энергии, чем за год солнечной энергии в виде тепла и света. За счет перехода гравитационной энергии в инертную массу увеличивается масса и размер Земли. При образовании инертной массы за счет энергии должны первоначально появляться наиболее простые молекулы и химические соединения. В действительности простые химические элементы и их соединения в больших количествах поступают из недр Земли в приповерхностную зону в процессе дегазации в виде водорода, гелия, азота, аргона, оксида и диоксида углерода, метана, воды и др.

Многие процессы, рассматриваемые в петрологии, требуют восстановительной обстановки, которая, по мнению А.А. Маракушева, Ф.А. Летникова [12] и других, создается вследствие поступления водорода, изначально находившегося в ядре Земли, в вышележащие геосферы. Возможно, что водород, необходимый для создания требуемой восстановительной обстановки, может образовываться в объеме Земли в результате вышеупомянутых процессов, связанных с концепцией ее расширения.

Следует отметить давно известный и установленный факт, что с момента начала «Большого Взрыва» вещество Вселенной непрерывно расширяется и все объекты в ней (галактики и звезды) равноудалены друг от друга, в связи с концепцией расширяющейся Земли.

Следует также отметить, что пока теоретическая физика не в состоянии описывать достоверно процессы Большого Взрыва с самого начала и, вечно возникающий вопрос: «А что же было до Большого Взрыва?!» (по мнению известного английского физика С. Хогинса, носит метафизический характер, поскольку это состояние не отразилось на нынешней Вселенной), то вполне возможно, что вопросы, связанные с происхождением Земли и всей Вселенной, а также и с генезисом УВ, будут носить приближенный (с точки зрения диалектики – «относительность») характер.

Исходя из полигенезанефтегазообразования, на наш взгляд, УВ – это полигенная (био-генно-абиогенная) форма существования «геологической материи», образованные в широком диапазоне термо-барических условий из биогенных и абиогенных источников в результате биохимических и/или химических реакций, в виде «криптоэнергоносителей», составляющие которых заложены, возможно, уже на геологическом этапе развития Земли, хотя нельзя исключить и планетарный этап.

Под введенным нами термином «криптоэнергоноситель», следует понимать погребенные формы геоматерии в виде скрытой энергии биогенно-абиогенного происхождения.

В поисках ресурсов энергии и минерального сырья большие надежды возлагаются на обнаружение их в коре океана и извлечения некоторых видов из океанической среды [20]. Но это трудоемкая и неэффективная работа.

Большого внимания заслуживает высказывание академика А.А. Трофимука о том, что в коре океана и Сибири заключены огромные запасы газогидратов, в которых аккумулировано больше энергии, чем в углях месторождений всего мира [20].

В работе [13] пишется о том, что грозит ли нам нефтяной кризис? – Да, если не сумеем изменить существующую сейчас ситуацию с поисками, разведкой и разработкой УВ.

Б.А. Соколов и А.Н. Гусева [19] отметили быстроту современного образования углеводородов, приводящую к восстановлению запасов на разрабатываемых площадях. Они связывают это с быстрым протеканием химических реакций преобразования органического вещества в углеводороды.

Известны факты воспроизводства залежей УВ после остановки их эксплуатации в течение длительного периода времени, что позволяет ввести существенные коррективы в стратегию разработки месторождений путем консервации ранее эксплуатируемых скважин. Это положение основывается на новых данных о масштабах и скорости вертикальной миграции УВ [11].

О скоростях и масштабах миграции газовых УВ можно судить по Храму Огнепоклонников в Азербайджане, где «вечный огонь» несколько столетий функционирует, или по грифонам Берикейского геотермального месторождения, которые выделяют огромное количество УВ-х газов, а также ряд др. примеров. А что касается скоростей миграции жидких УВ, то в качестве примеров можно привести месторождения Чечни (Старогрозненское – конец XIX в., Карабулак-Ачалуки – XX в, 1956г) и Дагестана (Селли, Ачи-Су – газ, Гаща – нефть). В последних наблюдается восстановление залежей, примерно через 25-30 лет после эксплуатации. В некоторых скважинах Ачи-Су, пробуренных в 80-90-х гг., наблюдались восстановления до начальных пластовых давлений, несмотря на то, что несколько скважин до сих пор находятся в эксплуатации. В этом же месторождении (скважина №124) даже после окончания срока эксплуатации до сих пор наблюдаются периодические проявления газа (выброс через клапанное устройство). Кроме того, с давних времен в Предгорном Дагестане известны многочисленные факты нефтегазопроявления на дневную поверхность, продолжающиеся и по настоящее время. Такие проявления известны в районе Дылыма, Миатлы, Талги, Уй-Таш, в пределах Нарат-Тюбинского хребта. А в Равнинном Дагестане – неглубокие артезианские скважины с газопроявлениями [14].

Согласно М.Г. Макаровой и др., за 10 лет военных действий в Чечне, в результате которых затормозили планомерную добычу нефти, при восстановившихся пластовых давлениях, она прошла через толщу майкопских отложений, пополнила природный резервуар неогенового возраста и стала высачиваться на поверхность земли, преодолев несколько км осадочного чехла по вертикали, скорость миграции которой составила несколько сотен метров в год. Это дает возможность оценить скорость и масштаб вертикальной миграции нефти в настоящее время и судить о воспроизводимости УВ сырья [11].

До недавнего времени УВ ресурсы считались невозобновляемыми, вытекающие из доминирующих представлений об их органическом происхождении из захороненных органических веществ осадочных образований. Второе предположение, вытекающее из последнего, – надежная консервация и сохранность их скоплений в коллекторах со времени их формирования из нефтематеринских пород [11].

К решению проблем образования нефти и газа с точки зрения как биогенной, так и абиогенной в последние годы появились многие факты, доказывающие ограниченность традиционного подхода, которые подтверждаются, относительно, быстрыми пополнениями запасов УВ в процессе эксплуатации, не совместимые с биогенной теорией. А с другой стороны – сильная

вариация состава поступающих УВ из недр, которая не объясняется их абиогенным синтезом на больших глубинах с точки зрения минеральной теории.

Согласно разработанной концепции нефтегазообразования А.А. Баренбаум [3], главная роль в процессах формирования залежей нефти и газа принадлежит глобальному геохимическому круговороту вещества. Подвижный углерод вместе с водами многократно пересекает поверхность планеты, и участвующий в нем, входя в состав живых организмов и минеральных агрегатов, он часто меняет свою химическую формулу и изотопный состав. Из-за плохой растворимости в воде УВ в земной коре выделяются в отдельную фазу, которая, заполняя ловушки, и формирует нефтегазовые скопления. Будут ли эти залежи представлены нефтью или газом, зависит от типа ловушек и термобарических условий накопления УВ. При хорошей изоляции покровы в ловушках накапливается газ, а при худших изоляционных свойствах – нефть [3].

Р.Х. Муслимов приходит к выводу о наличии факта миграции УВ из зон деструкций фундамента в осадочный чехол по зонам многочисленных разломов и утверждает о «подпитке» нижних горизонтов Ромашкинского месторождения «УВ-м дыханием» фундамента. Нефть является продуктом как биогенного, так и абиогенного происхождения, и это можно считать доказанным. Теперь следует доказать сколько (количественно) нефтей того и другого происхождения [15]. Вопрос, конечно, очень интересный!

Здесь следует отметить, как нам кажется, что определение количества полигенетически (отдельно биогенных и абиогенных) образованных нефтей весьма сложная химико-математическая задача, поскольку в процессе миграции УВ и их формировании в залежи вполне возможны процессы контоминации (перемешивание и/или «загрязнение») одних другими.

Курбанов М.К. выдвинул концепцию о глубинной коровой гидрогеотермосфере (КГГ), которая базируется на предположении, что на глубинах 8-15 км и меньше в результате роста температуры, вследствие повышения фильтрационных параметров горных пород (за счет развития микротрещин гидроразрыва при уменьшающейся, из-за уплотнения, пористости), уменьшения вязкости воды и как следствие – резкого ослабления сил молекулярного взаимодействия между частицами скелета горных пород и флюидами, в основании осадочной толщи формируются крупномасштабные высокопроницаемые флюидизированные гидрогеологические структуры [18].

Аргументами в пользу существования КГГ, согласно М.К. Курбанову, служат наличие на глубинах 10-15 км высокоэлектропроводящих слоев-волноводов, сосредоточенность в этом интервале более 90% очагов землетрясений, ассоциация разнородных аномалий – гидродинамических (АВПД, высокие дебиты скважин), геохимических (концентрации редких элементов и газов глубинного происхождения) и геотермических (высокие температуры недр) – в предполагаемых участках КГГ (Тарумовка, Берикей, Датых и, возможно, других). Мощность КГГ определяется геотермическим режимом, геолого-тектоническими условиями региона и предположительно составляет несколько тысяч метров. Проницаемость горных пород и тепломассоперенос в КГГ обуславливается в основном трещинами гидроразрыва, которым подвергаются глинистые и песчано-карбонатные породы, в результате чего грань между водоупорами и водоносными горизонтами стирается [18].

На наш взгляд, исходя из [18], приуроченность месторождений УВ к осадочным бассейнам можно объяснить не накоплением и преобразованием органического вещества в этих же бассейнах, а тем, что только в осадочных бассейнах создаются благоприятные условия для сохранения залежей УВ, т.е. может существовать региональная покровышка, способная удерживать их залежи, поскольку на больших глубинах, откуда и происходит «подпитка» залежей глубинными УВ, «грань между водоносными горизонтами и водоупорами стирается», т.е. отсутствует покровышка. Приведенный аргумент свидетельствует о беспрепятственной миграции глубинных УВ через эти «нефтяные окна» в осадочные бассейны, в которых имеются благоприятные условия для формирования их залежей.

Ранее [19] нами было высказано предположение о существовании дренажной оболочки земной коры. Восточно-Предкавказский артезианский бассейн, являющийся частью глобальной (Среднекаспийской) артезианской системы, мы представляем в виде крупного очага дренажной оболочки земной коры, в которой есть «горячая точка» (М.К.Курбанов, 2001), где и происходит формирование всех энергетических, термоминеральных и углеводородных ресурсов. Видимо, отсюда и идет «подпитка» нефтегазовых месторождений, расположенных в этом регионе, «УВ-м дыханием» фундамента.

С другой стороны, сторонники органической теории отрицают возможную нефтегазоносность магматических и метаморфических пород фундамента, несмотря на то, что известно более 200 нефтяных и газовых месторождений УВ в породах фундамента (в т. ч. крупные и гигантские), которые полностью или частично находятся в кристаллическом фундаменте.

Идея о взаимодействии двух разнонаправленных вещественно-энергетических потоков при генерации нефти и газа открывает путь к компромиссу органической и неорганической теориями происхождения УВ. В связи с этим можно отметить рост числа сторонников абиогенно – биогенных механизмов образования нефти и газа.

Интересным открытием в конце 70-х годов прошлого столетия явилось обнаружение скоплений твердого метана или газогидрата, (клатрата, согласно Б.А.Соколову [18]). Зоны газогидратов занимают огромные площади, имеющие мощность от 200 до 400м и располагающиеся обычно на глубинах 0,2-1,0км от уровня дна водоема.

Согласно А.А. Баренбаум [1], газогидраты представляют собой кристаллы из молекул воды, в решетке которых пустоты заполнены молекулами газа. Эти образования стабильны лишь в ограниченном диапазоне температур (70-350 К) и давлений ($2 \cdot 10^{-8}$ – 10^3 МПа), которым отвечают поверхностные зоны дна океана, а на континентах – участки вечной мерзлоты. Примерно 98% всех газогидратов сосредоточено в акватории Мирового океана, в основном на шельфе и континентальных склонах материков. Согласно [20], возраст газогидратов в зависимости от предполагаемого механизма образования и условий залегания допускается как современный, так десятки тысяч и даже миллионы лет.

Принципиальных различий в формированиях нефтегазовых залежей [8], и газогидратов нет. Те и другие возникают вследствие круговорота углерода через земную поверхность с участием метеогенных вод. Среднее время аккумуляции аквамариновых газогидратов составляет, примерно 1-10 лет [1]. Но мы предполагаем, что при глобальном потеплении климата Земли (а к этой проблеме в последнее время уделяется все большее внимание, как ученых всего мира, так и мировую общественность) газогидраты (особенно в мелководных частях) могут полностью или частично исчезнуть, но при этом его компоненты могут участвовать в очередном геохимическом круговороте.

Следует также отметить, что в разрабатываемых последние годы концепциях глубинного генезиса нефти и газа ведущая роль отводится локализованным потокам углеводородных флюидов и контролирующим их каналам, восполнению залежей нефти и газа в процессах их разработки и т.д. Сфера использования идей по генезису нефти и газа расширилась и охватывает уже не только нефтегеологические аспекты, но и аспекты, связанные с разработкой скоплений УВ [22].

Краткий литературный анализ, позволяет нам сделать следующие выводы:

- УВ – это полигенетичная (биогенно-абиогенная) форма существования «геологической материи» в виде «криптоэнергонесителей», составляющие которых, заложены уже на геологическом этапе развития Земли, хотя нельзя исключить и планетарный этап;
- концепцию о КГГ можно считать аргументом в пользу поступления глубинных УВ абиогенного генезиса;

- концепция множественности механизмов нефтегазообразования значительно расширяет поисковое поле УВ;
- концепция нефтегазообразования и газогидратов исчерпывает вопрос о невозобновляемости ресурсов УВ;
- исходя из [15], можно предположить, что Восточно-Предкавказский нефтегазоносный регион также «подвергается подпитке» «УВ-м дыханием» мезозойского фундамента; для полной уверенности необходимо провести более детальные исследования на молекулярном уровне УВ-го состава ОВ мезозойского кристаллического фундамента Восточного Предкавказья – геодинамически активного региона.

Исходя из вышеизложенного, можно констатировать следующее: с точки зрения биогенной теории запасы УВ-х ресурсов – исчерпаемы (невозобновляемы во временном масштабе), а из абиогенной – неисчерпаемы (возобновляемы).

Таким образом, полигенез концепций нефтегазообразования можно условно назвать «гарантом» их возобновляемости, а сторонникам всех концепций нефтегазообразования надо быть взаимно компромиссными и сделать так, чтобы накопленный научный потенциал по этой проблеме был востребован практикой, и тогда нефтегазовая геология продвинется вперед к новым открытиям месторождений.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808457-2-1.5.6.

Литература

1. Баренбаум А.А. Аквемаринные газогидраты: происхождение и время аккумуляции. В кн.: «Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа». М.: ГЕОС, 2005. 510 с.
2. Баренбаум А.А. Концепция образования нефтегазовых скоплений на основе глобального геохимического круговорота. В кн.: «Генезис нефти и газа». М.: ГЕОС., 2003. С. 461.
3. Баренбаум А.А. Новая концепция образования нефтегазовых залежей // VII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». Москва. 2005, том 1, 331 с.
4. Валяев Б.М. Генезис нефти и газа: перспективы дальнейших исследований в канун смены парадигмы. В кн.: «Генезис нефти и газа». М. ГЕОС., 2003. С. 461.
5. Валяев Б.М. Проблема генезиса нефтегазовых месторождений: теоретические аспекты и практическая значимость. В кн.: «Генезис углеводородных флюидов и месторождений». Москва. ГЕОС, 2006. 314 с.
6. Веселов К.Е., Карус Е.В., Савинский К.А. и др. Физико-геологические основы глобального рифтогенеза. Изд. МГУ. 1993. С. 127.
7. Григорьев С.М. Дренажная оболочка земной коры и ее энергетические и минеральные ресурсы. В кн.: «Фундаментальная и прикладная геотермия». Алма-Ата, 1990. С.144-151.
8. Дмитриевский А.Н. Полигенез нефти и газа. В кн.: «Генезис нефти и газа». М. ГЕОС., 2003. С. 461.
9. Кисин. А.Ю., Коротева В.А., Сазонов В.Н. О возможном генезисе углеводородов над выступами кристаллического фундамента платформ. В кн.: «Генезис нефти и газа». М. ГЕОС., 2003. С. 461.
10. Курбанов М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья. М., 2001. С. 219–221.
11. Макарова М.Г., В.Д. Скарятин. Грозит ли нам нефтяной кризис? В кн.: «Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа». Москва. ГЕОС, 2004. 577 с.
12. Маракушев А.А., Летников Ф.А. Происхождение и эволюция Земли и других планет Солнечной системы. М.: Наука, 1992. С. 208.
13. Меликов М.М. История развития концепций нефтегазообразования и вопросы возобновляемости углеводородов: смена и единство взглядов в новом тысячелетии. ТР. ИГ ДНЦ РАН, Махачкала, 2009. Вып. №55. С. 226-235
14. Меликов М.М. К вопросу о существовании дренажной оболочки земной коры и ее влиянии на формирование глубинных флюидов и углеводородных ресурсов Восточного Предкавказья. Геология и

минерально-сырьевые ресурсы Южного Федерального округа // Тр. ИГ ДНЦ РАН., Вып. 50. Махачкала., 2006. С. 334.

15. Муслимов Р.Х. Потенциал фундамента нефтегазоносных бассейнов – резерв пополнения ресурсов углеводородного сырья в XXI веке. В кн.: «Генезис нефти и газа». М.: ГЕОС., 2003. С. 461.

16. Созанский В.И. Исчерпаемость ресурсов нефти и газа с позиций органической и неорганической теорий нефтегазообразования. В кн.: «Генезис углеводородных флюидов и месторождений». Москва. ГЕОС, 2006. 314 с.

17. Соколов Б.А. Новые идеи в геологии нефти и газа // Избр. Тр., МГУ 2001. С. 479.

18. Соколов Б.А. Углеводородная сфера Земли. В кн.: Новые идеи в геологии нефти и газа. Избр. Тр. МГУ, 2001. 480 с.

19. Соколов Б.А., Гусева А.Н. О возможной быстрой современной генерации нефти и газа // Вестн. МГУ, Сер.4. Геология. 1993. №3. С. 39-46.

20. Трофимук А.А. и др. Газогидраты – новый источник углеводородов // Природа. 1979. №1.

21. У. Кэри. В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной. М.: Мир, 1991. С. 447.

22. Ярковский И.О. Всемирное тяготение как следствие образования весомой массы внутри небесных тел. М., 1889.

УДК 553.435 (470.67)

DOI: 10.33580/2541-9684-2022-89-2-30-33

СОПОСТАВЛЕНИЕ КАРБОНАТНЫХ КОРОЧЕК ДЮНЫ САРЫ-КУМ И ОБРАЗОВАННЫХ
В ЛЕССОВИДНЫХ ПОРОДАХ РЕЧНЫХ ДОЛИН ДАГЕСТАНАМацапулин В.У., Тулышева Е.В., Исаков С.И.*Институт геологии ДФИЦ РАН*

На территории Дагестана в позднекайнозойских образованиях установлены карбонатные корочки (дюна Сары-Кум), террасы долин рек Акташ, Самур. Одни исследователи считают образования эндогенными, другие экзогенными. Генезис карбонатных корочек в дюне Сары-Кум обоснован геологией, минералогией, геохимией, изотопией углерода и относят к внутренним, возникшим за счет эндогенных процессов. Другие считают, что корочки образовались за счет солнечной энергии и относят эти корочки к экзогенным. Корочки в речных долинах считают экзогенными образованиям. Показано, что корочки являются иницирующими образованиями при формировании дюны. Из этого следует, что установление генезиса корочек дюны имеет решающее значение в толковании происхождения дюны. Этому вопросу и посвящена данная статья.

Ключевые слова: дюна, карбонатные корочки, палеогейсериты, тектоно-вулканические процессы.

COMPARISON OF CARBONATE ROLLS OF THE DUNE SAR-KUM AND FORMED
IN THE LESSOLE ROCKS OF THE RIVER VALLEIES OF DAGESTANMatsapulin V.U., Tulysheva E.V., Isakov S.I.*Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, RAS*

On the territory of Dagestan, in the Late Cenozoic formations, carbonate crusts (Sary-Kum dune), terraces of the valleys of the Aktash and Samur rivers are established. Some researchers consider formations endogenous, others exogenous. The genesis of carbonate crusts in the Sary-Kum dune is substantiated by geology, mineralogy, geochemistry, and carbon isotopy and is classified as internal, resulting from endogenous processes. Others believe that the crusts were formed due to solar energy and classify these crusts as exogenous. Crusts in river valleys are considered exogenous formations. It is shown that the crusts are the initiating formations during the formation of the dune. From this it follows that the establishment of the genesis of dune crusts is of decisive importance in the interpretation of the origin of the dune. This article is devoted to this issue.

Keywords: dune carbonate crusts, paleogeysersites, tectonic-volcanic processes.

При изучении дюны Сары-Кум в искусственных разрезах западной и восточной части установлена интенсивная, резко выраженная, перемежающаяся корочками слоистость. В разрезах отмечены слои древних почв. Выделяются две толщи песков с различным строением слоистости – верхняя, порядка 3 м – слабослоистая, и нижняя – до поверхности хазарской террасы с более резко и четко выраженной слоистостью. Карбонатные корочки отмечаются в обеих разностях песков, больше в нижнем горизонте [3].

В долинах рек Сулак, Акташ выделяются [2] образования в некотором приближении аналогичные карбонатным корочкам дюны. Авторы [1,2] предполагают, что выделенные разновидности корочек аналогичны по происхождению и имеют одинаковое влияние на скопление эоловых песков дюны. Мы [11] считаем, что эти образования различны по происхождению. А в дюне они играют ключевую роль в скоплении эоловых песков. В своих статьях [3,9,10,11] отмечали, что эти корочки связаны с эндогенным процессом и оказали существенное влияние на образование дюны, ее генезис.

Такая сложившаяся ситуация требует внимательного отношения к себе, т.к. она является ключевой во взглядах на образование дюны.

Исследования эоловых процессов, лессовидных пород И.А. Идрисов изложил в работе [2], в которой описал осветленные пласты пород в лессах террас рек Самур и Акташ. Приведем

характерные особенности этих пород по И.А. Идрисову. В долине р. Акташ им выделены три горизонта почв, подстилающихся породами интенсивно пропитанные солями, карбонатами, гипсом. Интервал развития осветленных пород разделяется на два горизонта мощностью 2-3 м. Автор эти отложения сопоставляет с валдайским временем, лессы которого на Ставропольской возвышенности характеризуются весьма засоленными разрезами. Третий горизонт почв подстилается мощным горизонтом с многочисленными карбонатными новообразованиями (белоглазка). В долине р. Самур выделен горизонт аналогичный таковым долины р. Акташ.

Здесь отмечается подстиление почв горизонтом со слабовыраженными вторичными карбонатами. Автор [2] отмечает, что эта статья – рекогносцировочные исследования, что объясняет отсутствие аналитических данных при характеристике минерального состава осветленных горизонтов.

В устных разговорах И.А. Идрисов отмечает, что он даже не упоминает карбонатные корочки в своих статьях (в том числе и по Сары-Куму, при обсуждении генезиса дюны). Следует признать правоту И.А. Идрисова – горизонты, которые он описывает в статье ничего общего не имеют с корочками дюны Сары-Кум и никак не влияют на ее образование. Гусаров А.И. считает, что образование корочек можно обосновать подтоком грунтовых вод. Но также не используют их в процессах исследования образования дюны. Оба автора [1,2] отрицают влияние карбонатных корочек на процесс образования дюны. Но мощность пластов корочек в дюне достигает 10 м в видимой части разреза, т.е. это масштабное образование пород, которое нельзя исключать при рассмотрении вопроса образования дюны.

Подобные горизонты в песках с карбонатом, гипсом, кремнеземом и, правда, отмечаются в пустынных, полупустынных областях [12]. Образование их объясняют подъемом грунтовых вод с глубин за счет прогрева солнцем верхней части земной коры. Воды с растворенными солями по капиллярам поднимаются вверх и на определенных уровнях отлагают растворенные соли, образуя специфические горизонты. Корочки дюны не имеют с ними никакого сходства.

Карбонатные корочки в дюне Сары-Кум. Как уже выше мы отмечали, что в западной и восточной ее частях отмечаются карбонатные корочки. Они выделяются в виде единичных образований, но чаще и масштабнее в виде пластов. В восточном Сары-Куме пакеты корочек выделены в южной части карьера – пакет корочек мощностью до 1,5 м, в котором насчитывается до 50 слоев. Этот пакет примечателен тем, что в его восточном окончании он срезается естественной плоскостью расположенной диагонально к пакету, по которой корочки погружаются. С глубиной они сливаются друг с другом, образуя единый канал, по которому флюиды поднимались к поверхности, образуя пакет в котором происходит переслаивание корочек со слоем эолового песка. Корочки имеют мощность до 2-2,5 см, в них эоловый песок цементируется карбонатом. При растворении корочки остается в остатке эоловый песок. Судя по геологии корочек можно предположить, что в пакете их образования происходит за счет периодического поступления карбонатных флюидов на земную поверхность через определенные промежутки времени. После заполнения полости флюидами в ней увеличивается давление, температура и при достижении критического состояния флюид изливается на поверхность, образуя корочки, пакеты корочек и др. Это процесс, повторяемый многократно, образует пакеты, пласты, одиночные корочки. В нашем случае на процесс гейзерного излияния флюидов накладывается эоловый перенос песков ветром. Смешиваясь флюид с песком образуют корочки. (При смешивании флюида с песком образуются корочки). Точно такой же пакет корочек обнажается на перемычке между большим и малым карьерами в восточной дюне. Несколько иной разрез карбонатных корочек установлен примерно в середине песчаного карьера, ближе к западному краю. Здесь перемежающаяся эоловая слоистость с корочками составляет порядка 10 м (видимая часть разреза). В стенках карьера отмечаются единичные карбонатные образования в виде шариков (1-3 см) с характерной особенностью по поверхности. Шероховатая (кавернозная) – на углубленной части

этих тел и гладкой – на выступающей над поверхностью эоловых песков. Характернейшей особенностью корочек является гладкая их поверхность и шероховатое (кавернозное) основание. Это резкое отличие от образований, описанных выше в первой части статьи.

На западном Сары-Куме, в разрезе карьера пройденного здесь в бугристом песчаном образовании характер корочек несколько иной в отличии от восточного Сары-Кума. Здесь преобладают одиночные формы корочек, больше скоплений шаровидных тел. Выделяются единичные формы карбонатного материала винтообразной, амёбовидной формы, в виде круглых шариков (в диаметре 1-1,5 см). Пласты корочек и единичные формы распределяются, подчиняясь эоловой слоистости. В стенках карьера отмечаются горизонтальное расположение карбонатных корочек, так и (гораздо реже) вертикальное. Выделяются вертикальные трещины, некоторые из них пустые, без карбонатного вещества.

Из рассмотренных материалов можно охарактеризовать корочки дюны Сары-Кум и «корочки» речных долин. «Корочки» речных долин - это песчаный материал пропитанный солями, представлен в виде пластов мощностью до 2-3 м. Образование их, возможно, произошло путем подъема флюидов по капиллярам в грунтах разного состава. Можно сказать, что это наложенный процесс. Но, несмотря на это, их образование нужно отнести к экзогенным, т.к. формирование их происходит за счет солнечной энергии. Флюид на поверхность не выходил, но в некоторых случаях мог и выходить это сути дела не меняет. В целом, это пропитывание рыхлых пород растворами распространявшимся по капиллярам.

Карбонатные корочки в дюне Сары-Кум имеют совершенно другую природу. Это действительно маломощное образование, сложившееся за счет выхода флюидов на земную поверхность. Об этом свидетельствуют слоистость корочек в пластах, одиночные формы карбонатов и причудливые их образования.

Подобные формы никак не могут образоваться за счет подъема флюидов по капиллярам. Кроме того на южной окраине карьера восточного Сары-Кум отмечен выход термальных флюидов из глубины. Эти корочки без кавычек нужно называть корочками.

Таким образом, изучение дюны привело к установлению карбонатных корочек, которые образованы за счет флюидов. Последние являются термальными источниками, связанными с эндогенными процессами. Карбонатные корочки дюны имеют схожесть туфовому горизонту буйнакского проявления на западной окраины г. Буйнакск. Здесь в обнажении проявления выделен вулканогенный пепловый материал и подстилающий их горизонт (5-10 см) туфов, сложенных карбонатом и вулканическим стеклом. Определение названия породе проведено коллективно на одном из совещаний в г. Сыктывкаре. Туф налегает на песчано-глинистые породы среднего миоцена. Подошва пласта туфов имеет кавернозное строение за счет состояния пород в разжиженном виде, при котором возможно проникновение жидкого материала в рыхлый поверхностный слой. Кровля пласта, соприкасающаяся с пепловым материалом, имеет гладкую фактуру.

Наличие проявлений позднекайнозойских эндогенных процессов обосновано нами многочисленными публикациями [4,5,6,7,8]. Авторы настоящей статьи придерживаются представлений активизации на территории Дагестана эндогенных процессов в позднем кайнозое. Проявления его отмечается на буйнакском перевале по дороге Махачкала-Буйнакск, на северном склоне хребта Нарат-Тюбе, в долине р. Шура-Озень и особенно в долине р. Истисув. Это позволило авторам учесть эндогенные процессы на территории и в частности в обосновании происхождения дюны Сары-Кум. Изучение дюны привело к пересечению двух точек зрения на природу карбонатных корочек.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808457-2-1.5.6.

Литература

1. Гусаров А.В. Эолово-аккумулятивный комплекс «Сарыкум» как уникальный геоморфологический объект России: история изучения, гипотезы происхождения // Геоморфология. 2015. № 2. С. 54-71.
2. Идрисов И. А. Лёссовидные породы Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Махачкала. 2011. Вып. 55. С.20–23.
3. Исаков С.И. Влияние эндогенных процессов на образование карбонатных корок в эоловых песках дюны Сары-Кум (Восточный Кавказ, Дагестан) // Металлогения древних и современных океанов. 2012. № 1. С. 283-285.
4. Исаков С.И., Мацапулин В.У., Тулышева Е.В. Соотношение модели очага дагестанского землетрясения (1970) с развитием проявлений позднекайнозойской эндогенной активности // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2019. Т. 13. № 2. С. 46-60.
5. Исаков С.И., Мацапулин В.У., Тулышева Е.В. Эндогенная активность обрамления Восточного Кавказа на территории Дагестана в позднекайнозойское время // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2020. № 3 (82). С. 9-12.
6. Исаков С.И., Мацапулин В.У., Тулышева Е.В., Кухаренко Е.А. Геолого-петрографическая характеристика вулканокластического проявления "Гуниб" в Сланцевом Дагестане // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2020. Т. 36. № 3 (99). С. 41-47.
7. Мацапулин В.У., Исаков С.И., Серов П.А. Изотопные отношения самарий/неодим в позднекайнозойских пеплах Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2013. № 62. С. 137-139.
8. Мацапулин В.У., Тулышева Е.В., Исаков С.И. Гидротермально-эксплозивные образования бугленских песчаных карьеров. // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2020. № 2 (81). С. 17-22.
9. Мацапулин В.У., Тулышева Е.В., Исаков С.И. Карбонатные корочки - палеогейзериты в эоловых песках дюны Сарыкум Дагестана (Восточный Кавказ) // Мониторинг. Наука и технологии. 2021. № 3 (49). С. 6-10.
10. Мацапулин В.У., Тулышева Е.В., Хлопкова М.В., Исаков С.И. К вопросу о происхождении карбонатных корок в эоловых песках дюны Сарыкум // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2012. № 61. С. 156-159.
11. Мацапулин В.У., Юсупов А.Р., Тулышева Е.В., Исаков С.И. Включения пород в эоловых песках Сары-Кума // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Махачкала. 2011. Вып. 57. С.35-37.
12. Федорович Б.А. Аридная морфоскульптура СССР. В сб. Морфоскульптура и экзогенные процессы на территории СССР. М.: 1975. С. 112-171.

УДК: 37.31

DOI: 10.33580/2541-9684-2022-89-2-34-40

АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ ПО ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

*Маммаев¹ О.А., Маммаев² Б.О.**¹Институт проблем геотермии и возобновляемой энергии» филиал ОИВТ РАН,**²Институт геологии ДФИЦ РАН*

По современным научным представлениям изотопный состав природных вод является одним из наиболее надежных показателей их генезиса. С целью выяснения особенностей генезиса и формирования подземных вод Восточного Предкавказья и оценки степени их взаимосвязи с поверхностными водами нами проведен анализ изотопного состава водорода $\delta^2\text{H}$ и кислорода $\delta^{18}\text{O}$. Помимо собственных фактических данных использованы также данные литературных источников [16, 19, 20]. Значения изотопных отношений водорода и кислорода в водах приведены относительно международного стандарта – SMOW. Выборки значений всех изотопных отношений подземных вод различных структурно-гидрогеологических этажей и водоносных комплексов подвергнуты статистической обработке.

Ключевые слова: изотопные отношения водорода и кислорода, литологический состав, изотопно-обменный процесс, линия регрессии Крейга, радиотеплогенерация.

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP OF SURFACE AND GROUNDWATER IN THE EASTERN CAUCASIAN REGION ACCORDING TO ISOTOPE-GEOCHEMICAL INDICATORS

Mammaev¹ O.A., Mammaev² B.O.

¹Institute for Geothermal Problems of Renewable Energy, Institute for High Temperatures, Russian Academy of Sciences, ²Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, Russian Academy of Sciences

According to modern scientific concepts, the isotopic composition of natural waters is one of the most reliable indicators of their genesis. In order to elucidate the features of the genesis and formation of groundwater in the Eastern Caucasus and assess the degree of their relationship with surface water, we analyzed the isotopic composition of hydrogen $\delta^2\text{H}$ and oxygen $\delta^{18}\text{O}$. In addition to our own factual data, we also used data from literary sources [16, 19, 20]. The values of the isotope ratios of hydrogen and oxygen in waters are given relative to the international standard - SMOW. Samples of values of all isotope ratios of underground waters of various structural-hydrogeological levels and aquifers were subjected to statistical processing.

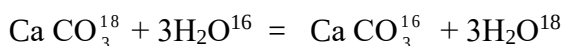
Key words: isotope ratios of hydrogen and oxygen, lithological composition, isotope-exchange process, Craig regression line, radiothermal generation.

Анализ значений изотопных соотношений подземных вод Прикумской зоны Восточного Предкавказья выявил их относительно тяжелый изотопный состав (табл. 1). Интервалы значений от $\delta^{18}\text{O}$ пластовых вод мезозойских отложений (на уровне доверительной вероятности 0,95) составляют: для триасовых отложений $+(3,22 \div 5,34) \text{‰}$, для юрских отложений $+(4,11 \div 8,59) \text{‰}$, для меловых отложений $+(4,35 \div 7,92) \text{‰}$. Значения отношений $\delta^{18}\text{O}$ для рассолов юрских отложений достигают величины $+9,54 \text{‰}$ (Майская скв. 22.). Значения $\delta^{18}\text{O}$ для рассолов триасовых и меловых отложений образуют сравнительно узкие диапазоны. При этом в пластовых водах, связанных с карбонатными коллекторами, наблюдаются относительно высокие значения $\delta^{18}\text{O}$ по сравнению с терригенными.

Эта закономерность отмечается для пластовых вод всех водоносных комплексов мезозоя. Так, пластовые воды верхнего и карбонатной толщи нижнего мела характеризуются значениями $\delta^{18}\text{O} = +(6,72 \div 7,17) \text{‰}$ (Подсолнечная скв. 7, Сухокумская скв. 35), воды карбонатного горизонта верхней юры – $+(6,46 \div 9,54) \text{‰}$ (Сухокумская скв. 40, Майская скв. 22), в то время как для вод, приуроченных к песчанникам средней юры значения $\delta^{18}\text{O}$ снижаются до $+(4,54 \div 3,99) \text{‰}$ (Р. Хутор

скв. 47, Сухокумская скв. 49). Аналогичным образом, с несколько меньшими значениями $\delta^{18}\text{O}$, меняются изотопные отношения для вод триасового водоносного комплекса. Воды, связанные с нижнетриасовыми карбонатными коллекторами характеризуются значениями $\delta^{18}\text{O}$, меняются изотопные отношения для вод триасового водоносного комплекса. Воды, связанные с нижнетриасовыми карбонатными коллекторами характеризуются значениями $\delta^{18}\text{O} = +(4,95 \div 4,57) \text{ ‰}$ (Юбилейная скв. 11, 12), а со среднетриасовыми $+3,75 \text{ ‰}$ (В. Сухокумская скв. 6). В целом изотопный состав рассолов мезозойских отложений обогащен кислородом-18, что можно объяснить, наличием высоких термобарических условий (T до $150 - 190 \text{ }^{\circ}\text{C}$, P до 400 атм. и более) и карбонатных коллекторных пород в пластах.

Эти обстоятельства способствуют активным изотопно-обменным процессам между водой и вмещающими породами по схеме:



Как известно кислород карбонатов осадочных отложений обогащен тяжелыми изотопами относительно подземных вод. Высокие значения $\delta^{18}\text{O}$ рассолов мезозойских отложений характеризуют степень гидрогеологической закрытости бассейна и длительность времени контактирования системы вода – вмещающие породы.

Изотопный состав водорода в целом для рассольных вод мезозойских отложений характеризуется интервалом значений равным $-(44,38 \div 48,42) \text{ ‰}$. Определение значения изотопных отношений для рассолов мезозойских отложений Платформенного Дагестана показывает изотопный состав близкий к предполагаемой ювенильной воде [30] для которой $\delta^2\text{H} = -48 \pm 20 \text{ ‰}$ и $\delta^{18}\text{O} = 7 - 8 \text{ ‰}$ (рис. 1).

Конечно, нельзя утверждать, исходя только из изотопного состава, ювенильный генезис этих рассолов. Хотя рассматриваемый район является напряженным по своему тектоническому строению и геотермическим условиям. Такой изотопный состав данных вод мог образоваться в процессе изотопно-обменных реакций с вмещающими породами при наблюдаемых термобарических условиях, но предполагаются в них определенные компоненты и глубинного происхождения.

Все термальные рассолы мезозойских отложений обогащены кислородом-18 и обеднены дейтерием относительно стандарта СМОВ. Для термальных вод мезо-кайнозоя отмечается утяжеление изотопного состава ($\delta^{18}\text{O}$) с увеличением глубины залегания водоносного пласта и ростом минерализации.

Относительно близкие значения $\delta^2\text{H}$ и $\delta^{18}\text{O}$ для вод мезозойских комплексов Платформенного Дагестана можно объяснить общностью их генезиса и наличием перетоков между этими комплексами.

Полученные изотопные данные являются характерными для подземных вод, преимущественно морского генезиса, закрытых артезианских бассейнов. При анализе изотопных отношений рассматриваемых рассолов, необходимо также отметить и роль древних инфильтрационных вод в их формировании, которые частично заменили морскую воду в течение длительной геологической истории.

Низкие относительно среднеокеанической воды значения $\delta^2\text{H}$ в мезозойских рассолах можно объяснить частично так называемым «солевым эффектом», при котором в начальной фазе концентрирования морская вода обогащается ^2H , а после выпадения солей содержание тяжелых изотопов заметно уменьшается [8]. По увеличению $\delta^2\text{H}$ и $\delta^{18}\text{O}$ с ростом минерализации и глубины для рассматриваемых мезозойских рассолов можно предположить незначительное влияние солевого эффекта. Вероятнее предположить разбавление рассолов древними инфильтрационными водами.

Для расчетов по исследуемому региону с учетом изотопного состава пластовых и поверхностных вод нами приняты значения $\delta^2\text{H} = -30,0 \text{ ‰}$ – для седиментационных вод и $\delta^2\text{H} = -(100 -$

130) ‰ – для инфильтрационных вод соответственно равнинной и горной частей. При принятых значениях $\delta^2\text{H}$ можно подсчитать долю инфильтрационных вод по формуле:

$$\delta^2\text{H} = (1 - P/100) \delta^2\text{H}_1 + P/100 \delta^2\text{H}_2,$$

где $\delta^2\text{H}$ – фактический изотопный состав в исследуемой воде, $\delta^2\text{H}_1$ и $\delta^2\text{H}_2$ – изотопный состав морских и инфильтрационных вод для исследуемого региона, P – содержание инфильтрационной воды в ‰.

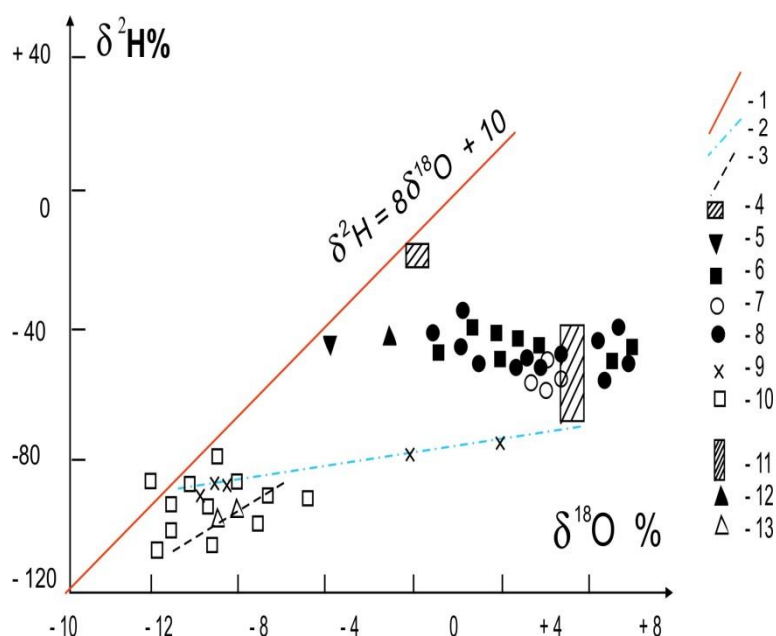
Таблица 1.

Изотопный состав природных вод Восточного Предкавказья (по фоновым источникам ИПГ ДНЦ РАН и [19,20])

№	Местоположение, площадь, № скв.	Интервал перфорации, м.	Возраст отложений	Стабильные изотопы ‰ SMOW	
				$\delta^2\text{H}$	$\delta^{18}\text{O}$
1	Юбилейная, 12	4502-4497	T ₁	-40	+4,95
2	--- , 11	4503-4507	T ₁	-36,5	+4,57
3	Юбилейная, 4	3800-3830	J ₃	-33	+1,6
4	Майская, 22	3637-3645	J ₃		+9,54
5	Майская, 9	3136-3140	K ₁	-54	+5,11
6	Сухокумская, 49	3636-3640	J ₂	-48	+3,99
7	Сухокумская, 40	3331-3335	J ₃		+6,46
8	Сухокумская, 35	3272-3277	K ₁	-53	+6,72
9	Сухокумская, 46	3684-3678	J ₂	-42	+4,50
10	Южно-Сухокумская, 27	3282-3285	K ₁	-45	+3,7
11	Южно-Сухокумская арт. скважина.		N _{2ap}		-10,39
12	Южно-Сухокумская, 57	3385-3397	J ₃	-30	-0,9
13	Южно-Сухокумская, 15	3705-3710	J ₂	-20	+5,2
14	Восточно-Сухокумская, 6	4449-4463	T ₂	-42	+3,75
15	Русский хутор, 47	3467-3472	J ₂	-44	+4,54
16	--/, 43	3179-3185	K ₁	-54	+5,53
17	--/, 99	1476-1467	P _{g3}		+0,57
18	--/– сев., 24	3470-3476	J ₂	-31	-0,4
19	--/– сев., 30	3453-3455	J ₂	-36	+1,3
20	--/– артез. скв.		N _{2ap}		-10,45
21	--/– артез. скв.		N _{2ap}		-10,2
22	Тарумовка, 1	5429	J ₂	-47	+5,54
23	Мартовская, 5	3410-3430	J ₃	-49	+1,9
24	--/, 7	3520	J ₂	-41	+2,4
25	Озек-суатская, 38	3191-3196	K ₁	-17	-1,5
26	Величаевская, 70	3089-3092	K _{1x}	-21	-0,9
27	Зимнеставкинская, арт. скв.	365-389	N _{2ap}	-62	-8,7
28	Курунтинская, 3	2555-2560	K ₂	-47	-1,1
29	Совхозная, 8	2465-2472	K ₂	-65	-3,7
30	Курган-Амурская, 18	2531-3534	K ₂	-63	-4,2
31	Лесная, 13	2801-2805	K ₂	-34	+4,0
32	Прасковейская, 57	2894-2929	K ₂	-72	-2,4
33	Колодезная, 201	3114-3117	K ₁	-58	-2,2
34	Виноградная, 1	33221-3225	K ₁	-51	+0,9
35	Владимировская, 21	3426-3432	K ₁	-50	-0,8
36	Восточная, 41	3133-3136	K ₁	-51	-2,7
37	Поварковская, 3	3085-3088	K ₁	-43	-1,8
38	Сухопадинская, 2	4833-4860	J ₃	-44	+1,5

39	Арбалинская, 8	3013-3035	J ₁	-54	-3,1
40	Зурмутинская, 10	4260-4320	T ₁	-59	+4,5
Поверхностные воды и минеральные источники					
41	Р. Сулак			-98,0	-9,00
42	Р. Терек			-94,0	-8,68
43	Р. Андийское Койсу			-98,0	-12,0
44	Гильяр, мин. ист.		J ₃	-85,0	
45	Каспийское море (Махачкала)	2		(-22-25,3)	-3,62
46	Тинди, мин. ист.		J ₁		-4,68
47	Дождевая вода (Махачкала)			-24,0	-0,63

При подсчете для мезозойских рассолов, получается в среднем доля древней инфильтрационной воды до 20-25 %. Однако такие пропорции, строго говоря, являются условными, поскольку трудно учесть все факторы, влияющие на формирование $\delta^2\text{H}$ в естественных условиях. Но определенная доля древней инфильтрационной воды в рассолах мезозойских отложений бассейна по анализу изотопного состава присутствует.



1 – линия регрессии Крейга; 2 – зависимость изотопных отношений вод среднего миоцена; 3 – зависимость изотопных отношений речных вод; 4 – океаническая вода (СМОВ); 5 – морская вода Каспия у г. Махачкала; 6 – рассольные воды триасовых отложений; 7 – рассольные воды меловых отложений; 8 – рассольные воды юрских отложений; 9 – термальные воды среднего миоцена; 10 – пресные воды плейстоцен-четвертичных отложений; 11 – предполагаемый состав ювенильной воды (по Ф.Эпштейну); 12 – дождевая вода в г. Махачкала; 13 – речная вода.

Рис 1. Изотопные отношения водорода ($\delta^2\text{H}$) и кислорода ($\delta^{18}\text{O}$) различных генетических типов природных вод Дагестана и Прикумской зоны.

Определение генезиса пластовых вод нефтегазовых месторождений в региональном масштабе имеет большое научное и прикладное значение при поисках и разведке нефтегазовых месторождений и промышленных термальных вод. Проникновение в пласты инфильтрационных вод является одним из признаков бесперспективности исследуемых районов на нефть и газ, а установление же генезиса опресненных вод традиционными гидрохимическими методами недостаточно эффективно.

Для термальных вод среднемиоценовых отложений значения $\delta^{18}\text{O}$ меняются в широких пределах от -10,29 до +4,09 ‰. Доверительный интервал среднего значения $\delta^{18}\text{O}$ для вод

среднемиоценовых отложений Терско-Кумского бассейна составляет $-11,32 - + 1,7$ ‰. Для термальных вод участка Кизляр, по нашим данным, установлено $\delta^2\text{H} = -72$ ‰ и $\delta^{18}\text{O} = + 4,09$ ‰ – для чокракского горизонта и $\delta^2\text{H} = -83$ ‰ и $\delta^{18}\text{O} = -8,57$ ‰ – для апшеронского горизонта (скв. 5т, 6т). Для термальных вод участка Тернаир $\delta^2\text{H} = -81$ ‰ и $\delta^{18}\text{O} = -8,57$ ‰.

Согласно процессам, формирующим изотопный состав термальных вод по значениям изотопных отношений $\delta^{18}\text{O}$ можно предположить наличие прямого теплообмена термальных вод чокракского горизонта участка Кизляр с вмещающими песчано-глинистыми породами в глубокозалегающих пластах. Сравнительное обогащение термальных вод чокрака этого участка ^{18}O обусловлено изотопно-обменными процессами термальных вод с вмещающими песчано-силикатными породами при температуре до 120°C . По величине $\delta^2\text{H} = -72$ ‰ доля инфильтрационных вод для чокракского горизонта этого участка составляет примерно 62 ‰. А для термальных вод апшеронского горизонта участка Кизляр можно предположить конвективный теплообмен. Доля инфильтрационных вод для горизонта доходит до 80 ‰ и более.

Изотопные отношения ($\delta^2\text{H}$) в водах миоценовых отложений Платформенного Дагестана близки к значениям вод плиоцен-четвертичных отложений и речных вод, что обусловлено преимущественно инфильтрационным питанием этих вод.

Для речных (Сулак, Терек) величины изотопных отношений составляют $\delta^2\text{H} = -(98 \div 94)$ ‰ и $\delta^{18}\text{O} = -(9,0 \div 8,68)$ ‰. Значительное обеднение речных вод тяжелыми изотопами водорода и кислорода по отношению к водам осадков (Кривая Крейга) и дождевой воде (г. Махачкала) можно объяснить преобладающей долей ледникового питания.

Для дождевой воды, выпавшей в конце сентября в г. Махачкале $\delta^2\text{H} = -24$ ‰ и $\delta^{18}\text{O} = -0,63$ ‰. Вследствие фракционирования изотопный состав $\delta^2\text{H}$ дождевой воды и морской воды Каспийского моря на берегу Махачкалы в пределах погрешности совпадают. Это показывает преимущественное влияние испарений Каспийского моря на формирования атмосферных осадков в прибрежной зоне и в зоне предгорий.

Между концентраций изотопов кислорода-18 и дейтерия в осадках и средней температурой воздуха на поверхности установлена корреляционная зависимость [28].

$$\delta^{18}\text{O} = 0,69 t_{\alpha} - 13,6 \text{ ‰}$$

$$\delta^2\text{H} = 5,6 t_{\alpha} - 100 \text{ ‰},$$

где t_{α} – среднегодовая температура.

Для приморской низменности Дагестана, вычисленные по этим зависимостям значения, для $t_{\alpha} = 12^\circ\text{C}$ составляют: $\delta^{18}\text{O} = -5,3$ ‰ и $\delta^2\text{H} = -33$ ‰, что не полностью согласуется с экспериментально определенными значениями дождевой воды. Вычисленные значения изотопных отношений для осадков высокогорной части с $t_{\alpha} = 4^\circ\text{C}$ равны: $\delta^2\text{H} = -77,6$ ‰, и $\delta^{18}\text{O} = -11,84$ ‰, а для областей ледникового питания при принятии

$$t_{\alpha} = 0^\circ\text{C} - \delta^2\text{H} = -100 \text{ ‰}, \text{ и } \delta^{18}\text{O} = -13,6 \text{ ‰}.$$

Для подземных вод плиоцен-четвертичных отложений Терско-Кумского бассейна характерен изотопно-легкий состав. Доверительные интервалы изотопных отношений составляют: для $\delta^2\text{H} = -(97,5 \div 114,5)$ ‰, для $\delta^{18}\text{O} = -(9,11 \div 10,69)$ ‰. Примерно таким же пределам соответствуют значения изотопных отношений речных вод и принятые для исследуемого региона значения $\delta^2\text{H} = -(100 \div 130)$ ‰, для инфильтрационных и поверхностных вод. Расчетные значения атмосферных вод зоны питания рек $\delta^2\text{H} = -(77,6 \div 100)$ ‰ и $\delta^{18}\text{O} = -(11,84 \div 13,6)$ ‰, соответствуют изотопному составу вод активного водообмена плиоцен-четвертичных отложений. Учитывая особенности литолого-стратиграфического строения плиоцен-четвертичных отложений Терско-Сулакского бассейна, для которых водоносные песчано-галечниковые пласты примыкают к подрусловым отложениям рек Терека и Сулака и по наблюдаемой близости изотопных отношений речных и артезианских вод можно предположить большую долю подпитывания бассейна речными водами. Гипсометрические уровни среднего течения р. Терек благоприятствуют

напорной фильтрации речной воды сквозь рыхлые подрусловые отложения в водоносные пласты плиоцен-четвертичных отложений. В целом изотопный состав подземных вод плиоцен-четвертичных отложений бассейна соответствует питанию инфильтрационными атмосферными и поверхностными источниками. Расположение точек, соответствующих значениям $\delta^2\text{H}$ и $\delta^{18}\text{O}$ вод плиоцен-четвертичных отложений, удовлетворительно согласуется с. Кривой регрессии Крейга (рис. 1), характеризующей глобальную зависимость между $\delta^2\text{H}$ и $\delta^{18}\text{O}$ поверхностных и атмосферных вод.

Исследование изотопного состава воды Тиндинского углекислого источника показало $\delta^2\text{H} = -90\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O} = -4,68\text{‰}$, что соответствует преимущественно инфильтрационному питанию. По приведенным изотопным данным можно предположить, доля инфильтрационной воды для источника составляет около 60 %.

Таким образом, анализ изотопных соотношений водорода и кислорода в рассмотренных водах различных генетических типов Восточного Предкавказья, показывает широкий диапазон их изменения, дополняет информацию об их генезисе и степени взаимосвязи порверхностных и подземных вод региона.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808495-2-1.5.13.

Литература

1. Бродский А.И. Химия изотопов. М., Изд. АН СССР, 1957, с. 595.
2. Ветштейн Б.Е., Малюк Г.А. Пространственное и временное распределение дейтерия и кислорода-18 в атмосферных осадках, выпадающих на территории Украины и Молдавии. – Тез. докл. IV Всесоюзного симпозиума по геохимии стабильных изотопов. М., 1972, с.92-93.
3. Ветштейн В.Е., Гуцало Л.К., Малюк Г.А., Мирошниченко А.Г. К вопросу происхождения подземных вод Днепровско-Донецкой впадины по данным изотопного состава водорода и кислорода, – Геохимия, 1973, № 3, с. 327-338.
4. Виноградов А.П. Избранные труды. Геохимия океана. М., Наука, 1989. 220 с.
5. Гат Н., Гонфиантини Р., Тонджоржи Е. Взаимосвязь атмосферных и поверхностных вод. Изучение испарения с поверхности озер.– В кн.: Справочное руководство по применению ядерных методов в гидрогеологии и гидрологии. М., Недра, 1971, с. 210-220.
6. Геология и нефтегазоносность доюрских образований Восточного Предкавказья. Под ред. Д.А.Мирзоева. Махачкала, Изд. Даг. ФАН СССР, 1978, с. 160.
7. Геология нефтегазовых месторождений Дагестана и прилегающей акватории Каспийского моря / Шарафутдинов Ф.Г., Алиев Р.М., Серебряков В.А. / Махачкала: ГУП: Даг. Книжн. Изд., 2001, 297 с.
8. Изменение изотопного состава водорода и кислорода морских рассолов в процессе галогенеза по экспериментальным данным. / М.Г. Валяшко, В.Е. Вейтштейн, И.К. Жеребцова и др. – В кн.: Проблемы соленакопления. Т. 1, Новосибирск, 1977, с. 120-124.
9. Изотопно-геохимические метода оценки степени взаимосвязи подземных и поверхностных вод. Под ред. Э.В. Собоновича. Киев, Наукова думка, 1977, с. 153.
10. Изотопные исследования природных вод. – Сб. трудов ИБП. М., Наука, 1979, с.224.
11. Кирьяшкин В.М. Обобщение результатов гидрогеологических исследований площадей Северного Дагестана в связи с оценкой перспектив газоносности глубоких горизонтов. Геол. фонды Дагнефти, отчет ВНИИГаз. М., 1976.
12. Кирьяшкин В.М., Колотушкина А.Ф., Тулупова А.П. Гидрогеология мезозойских отложений Северного Дагестана в связи с вопросами разведки и разработки месторождений нефти и газа. Геол. Фонды Дагнефти, отчет ВНИИГаза, М., 1974.
13. Крейг Г. Геохимия стабильных изотопов углевода. В сб.: Изотопы в геологии. Изд. иностр. лит., 1954, с. 440-494.
14. Крылов Н.А., Летавин Л.И, Маливицкий Л.П. О геологическом развитии Предкавказья и Южной окраины Русской платформы. Докл. АН СССР, т.125, № 6, 1959, с.120-136.

15. Курбанов М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья. М., Наука, 2001. 260 с.
16. Маммаев О.А. Анализ изотопного состава термальных вод Восточного Предкавказья. Тр. / ИПГ, Даг. ФАН СССР, вып. 4, Махачкала, 1985, с. 113-122.
17. Мирзоев Д.А. Геологическое строение и нефтегазоносность равнинной территории Северного Дагестана. Автореф. канд. дисс. Махачкала, 1964
18. Мирзоев Д.А., Шарафудинов Ф.Г. Геология месторождений нефти и газа Дагестана. Махачкала, Даг. Кн. Изд-во, 1986. 311 с.
19. Никаноров А.М., Тарасов М.Г., Федоров Ю.А. Гидрохимия и формирование подземных вод и рассолов. Л., Гидрометеиздат, 1983, с. 243.
20. Никаноров А.М., Федоров Ю.А. Стабильные изотопы в гидрохимии. Л., Гидрометеиздат, 1988. 248 с.
21. Станкевич Е.Ф. С гипотезе подземного испарения. – Советская геология, № 5, 1968, с. 90-96.
22. Сухарев Г.М., Мирошников М.В. Подземные воды нефтяных и газовых месторождений Кавказа. М., Гостоптехиздат, 1963, с. 328.
23. Ферронский В.И., Дубинчук В.Т., Поляков В.А. и др. Природные изотопы гидросферы. М., Недра, 1975, с. 280.
24. Шагоянц С.А. Подземные воды Центральной и Восточной частей Северного Кавказа и условия их формирования. М., Госгеолтехиздат, 1959, с. 306.
25. Clayton R.N., Epstein S. The Relationship between Ratios in Coexisting Quartz, Carbonate and Iron Oxides from Various Geological Deposits. Geol., 66/1958/, pp. 352-373.
26. Craig H. Isotopic variations in meteoric waters.-Science, 1961, v.133, pp. 1782-1783.
27. Craig H. Standart for reporting concentration of deuterium and oxygen-18 in natural waters.-Science, 1961, v. 133, pp. 1833-1834.
28. Dansgaard W. Stable isotopes in precipitation. – Tellus, 1964, v. 6, № 4, pp. 431-483.
29. Dansgaard W. The isotopic composition of natural waters. Meddelelser om gruland udivne of Kommissionen for videnskabelige undersgelser 1, gruland, BD, 1961, p. 165.
30. Sheppard S.M.F, Epstein. S. D/H and O¹⁸/O¹⁶ ratios of possible mantle or Lower crustal origin. – Earth Planet. Hett., 1970, v. 9, pp. 232-239.

УДК 553

DOI: 10.33580/2541-9684-2022-89-2-41-45

РЕДКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЛАТФОРМЕННОГО ДАГЕСТАНА

Курбанова Л.М.
Институт геологии ДФИЦ РАН, г. Махачкала

В статье рассматриваются возможности использования подземных вод глубоких горизонтов Дагестана в качестве гидроминерального сырья для добычи редких элементов, в частности лития. Выделены основные характеристики продуктивных горизонтов, а также приведены прогнозные технико-экономические показатели переработки промышленных подземных вод.

Ключевые слова: редкие элементы, редкометалльные промышленные воды, гидроминеральное сырье, литий.

RARE ELEMENTS IN THE GROUNDWATER OF THE MESOSOIAN DEPOSITS OF THE PLATFORM DAGESTAN

Kurbanova L.M.
Institute of Geology DFRC RAS, Makhachkala

The article discusses the possibility of using groundwater from the deep horizons of Dagestan as a hydro-mineral raw material for the extraction of rare elements, in particular lithium. The main characteristics of the productive horizons are identified, as well as the predicted technical and economic indicators of industrial groundwater processing.

Key words: rare elements, rare-metal industrial waters, hydromineral raw materials, lithium.

Впервые попытки извлечения редких элементов из подземных вод были предприняты еще до второй мировой войны. В частности, в 70-е годы около 85% добычи лития в США осуществлялось именно таким способом. В 80-е годы за рубежом из гидроминерального сырья получали 30% мировой добычи лития, 31% - цезия, 8% - бора, 5% - рубидия, а также в значительных масштабах Ca, Mg, Na, K, S, Cl, U, Ra, Cu [1,2].

Сегодня редкие элементы, в частности литий, рубидий, цезий, бром и др., используются практически во всех областях человеческой деятельности: авиационном и ракетно-космическом материаловедении; машиностроении; оборонной, химической и нефтехимической промышленности; электрохимической и ядерной энергетике; медицине и санитарии; электронной технике; металлургии и др.

Литий – самый легкий в мире металл. Основная доля лития в современном мире уходит на производство литий-ионных аккумуляторов, **которые используются везде: от смартфонов до электромобилей.** Также он используется в металлургии для раскисления и повышения пластичности и прочности сплавов; в оптике – для изготовления стекол, которые защищают от ультрафиолетовых лучей. В ядерной энергетике и атомной технике при помощи лития получают радиоактивный изотоп водорода – тритий.

В отношении технологий добычи редких элементов промышленные подземные воды имеют ряд преимуществ перед традиционным твердым минеральным сырьем. Во-первых, промышленные подземные воды широко распространены и имеют такие запасы ценных элементов, которые многократно превышают запасы в альтернативных месторождениях твердых руд. Во-вторых, эти воды содержат не один, а несколько ценных компонентов и поэтому актуальна их комплексная разработка. Добыча, транспортировка к обоганительным предприятиям и технологическая переработка промышленных подземных вод также имеют неоспоримые экономические и экологические преимущества по сравнению с твердыми полезными ископаемыми. Учитывая

все это, переход от разработки твердых месторождений полезных ископаемых к освоению нетрадиционного гидроминерального сырья является одной из насущных задач современности.

Мировыми поставщиками лития являются Аргентина, Боливия, Чилипрогнозные ресурсы в которых составляют 19 млн.т, 21млн.т и 9,8 млн.т соответственно. Литий в этих странах добывается из подземных рассолов путем выкачивания их скважинами на поверхность земли, естественного испарения в течение нескольких месяцев, затем фильтрации полученного концентрата солей калия, марганца, буры и лития с последующим извлечением из него карбоната лития [7].

Россия обладает крупными запасами лития, но уже больше 20 лет не добывала его, предпочитая более дешевый импорт. По объему прогнозных ресурсов лития (1 млн.т) она входит в десятку в мире. Однако госбаланс учитывает только рудный литий (260 тыс.т) [9], хотя огромные запасы редкометалльного сырья заключены в минерализованных подземных водах и рассолах – в них содержится свыше 55% общих запасов лития, 40% рубидия и 35% цезия [6].

Значительные ресурсы редкометалльных промышленных подземных вод – так называемой «жидкой руды», содержатся и в Дагестане, в частности в его платформенной части, которая в гидрогеологическом отношении является частью Восточно-Предкавказского артезианского бассейна (ВПАБ). В гидрогеологическом строении Платформенного Дагестана выделяют три структурно-гидрогеологических этажа (СГГЭ): плиоцен-четвертичный, миоценовый и мезозойский. К последнему приурочены гидроминеральные паротермальные подземные воды и рассолы.

Мезозойский СГГЭ заключен между майкопской глинистой толщей и палеозойским кристаллическим фундаментом. Мощность его колеблется от 1000–1200 м в Прикумской области до 4000–5000 м и более в Терско-Сулакском прогибе. Представлен он гранулярно-трещиноватыми и трещиноватыми водоносными комплексами верхнего мела, нижнего мела, юры и вулканогенно-осадочным комплексом триаса, который может рассматриваться и как переходная толща [4].

Верхнемеловой комплекс представлен трещиноватой карбонатной толщей мощностью от 150-200 м в платформенной части региона и 300-600 м в передовом прогибе. Абсолютные отметки пьезометрического уровня растут от южного борта к центральной части Терско-Каспийского прогиба, соответственно от +1000+1500 м до +2000+2500 м, а далее в северном направлении постепенно уменьшаются до +222+50м. Дебиты воды при самоизливе из газонефтяных скважин колеблются от первых десятков до 10–70 тыс. м³/сут. на некоторых площадях (Тарумовка, Берикей). Характерны аномально высокие пластовые давления. На ряде площадей наблюдаются аномально высокие напоры, достигающие на Тарумовской площади +2500м [4].

Высокие дебиты, пластовые температуры и давления, химический, газовый состав и содержание микроэлементов верхнемелового комплекса свидетельствуют о высоком потенциале этих вод в качестве термоминеральных ресурсов и гидроминерального сырья.

Нижнемеловые отложения (апт-альб, неокм), представлены песчаными пластами, чередующимися с глинистыми разностями. Общая минерализация вод колеблется от 40–45 на площади Граничная – до 80–85 г/л (Русский Хутор), достигая 122 г/л на Мартовской площади. Скважины повсюду самоизливаются, дебиты достигают 300 м³/сут и более. Гидростатические давления в этих горизонтах растут в восточном направлении от Сухокумской группы месторождений до Кочубея (в среднем от 200 до 225 атм.) и в северном направлении от 500-1000 м в предгорной полосе до 3500-4000 м в Терско-Каспийском прогибе.

Юрский водоносный комплекс подразделяется на три части, соответствующие отделам системы – верхне-, средне- и нижнеюрский.

Верхнеюрские отложения, представлены карбонатно-ангидритовыми хемогенными образованиями, которые содержат высокоминерализованные воды и рассолы.

В среднеюрских терригенных отложениях выделяются две песчаниковые пачки. Мощности их растут в восточном направлении: верхней (верхний байос, бат, нижний келловей)– от 90м в Русском Хуторе до 374м в Кочубее; нижней (нижний байос) – от 64 до 170м. Песчаники верхней

пачки отличаются значительно лучшими коллекторскими свойствами: пористость 10-30%, эффективная пористость 8-27%, проницаемость 45-430 мд. В то же время в нижней пачке средняя пористость песчаников составляет около 8%, а проницаемость колеблется в пределах 100-400 мд [4].

Нижнеюрские отложения имеют малую мощность и ограниченное распространение. Они содержат четыре песчаниково-алевролитовых водоносных горизонта, которые представляют определенный интерес. По данным опробования газонефтяных скважин минерализация вод в этих отложениях растет в восточном направлении от 61 г/л на Октябрьской – до 151 г/л на площади Кочубей и 210 г/л на Тарумовской площади.

Общая минерализация подземных вод юрского водоносного комплекса чаще составляет 100-130 г/л.

Триасовые отложения имеют еще более ограниченное распространение. Мощность их колеблется очень резко, изменяясь от нулевой в правобережье Кумы – до 2000 м в бассейне Терека.

В целом температура вод мезозойских водоносных горизонтов, в зависимости от глубины залегания и геолого-тектонических условий, колеблется от 140–160 до 200–230°C.

Требования к минимальным концентрациям в промышленных водах во многом обусловлены уровнем развития экономики, техники и технологии, потребления этих компонентов в различных отраслях хозяйства и конъюнктурой мирового рынка и потому являются постоянными. На настоящее время минимальные концентрации элементов, представляющих промышленный интерес (кондиционное содержание), составляют (мг/л): литий – 10-20, бром – 150-250. В рассолах ВПАБ, в частности дагестанской его части, содержание редких элементов в десятки раз превышает кондиционное, что позволяет рассматривать природные растворы как уникальное промышленное сырье [3].

Содержание ценных элементов в подземных промышленных водах на некоторых месторождениях Дагестана представлено в таблице 1 [8].

Таблица 1

Минимальные промышленные концентрации ценных элементов в гидроминеральных ресурсах и сравнительные содержания их на месторождениях Дагестана, мг/л

Полезные компоненты и минеральные соли	Минимальные промышленно-кондиционные концентрации	Средние концентрации полезных компонентов в месторождениях		
		Тарумовское	Берикейское	Сухокумская группа
Литий	10	200-210	42	40-44
Бром	250	630-815	165-200	365
Йод	18	62	11-13	10
Оксид бора	200	240-300	330-360	
Рубидий	3	15	2,2-6,0	2,8
Цезий	0,5	3-5	1,1-1,6	0,81
Калий	350-1000	4500	550	1225
Магний	1000-5000	950	300-400	
Стронций	300	1000-1700	475-1600	795
Хлорид натрия	$5 \cdot 10^4$	66,6-122	24,6-40,5	
Сода	$5 \cdot 10^4$	2,0	1,35	

О высокой рентабельности геотермальных гидроминеральных ресурсов Дагестана стало известно еще в 60-70-е годы прошлого столетия. Техничко-экономические расчеты по их комплексному освоению, которые были проведены в Институтах проблем геотермии и геологии Дагестанского филиала Академии наук СССР, подтверждают это.

В таблице 2 приведены технико-экономические показатели одного из наиболее перспективных месторождений Дагестана [8].

Таблица 2

Прогнозные технико-экономические показатели переработки промышленных перегретых вод Тарумовской площади

Наименование продукции	Содержание, кг/м ³	Товарная продукция в годовой добыче, т/год	Коэффициент извлечения
CaO	16	87600	0,974
MgO	3	16425	0,90
Li ₂ CO ₃	1,1	6022	0,75
RbCl	0,014	75,6	0,75
LiCl	0,11	480	0,95
CsCl	0,005	27,4	0,75
SrCO ₃	2,5	13687	0,70
NaBr	1,03	5639	0,74
H ₃ BO ₃	0,56	3066	0,93
J	0,02	114	0,88
NaCl	170,4	900000	0,95

Практический опыт извлечения ценных компонентов из гидроминерального сырья был осуществлен на Берикейском месторождении Дагестана под руководством доктора геолого-минералогических наук Курбанова М.К. в ООО «Георесурс» с участием сотрудников Института геологии и проблем геотермии ДНЦ РАН. Проект был реализован в 2001-2004 гг. при поддержке Фонда развития малых форм предприятий в научно-технической сфере. Была разработана и смонтирована укрупненная пилотная геотехнологическая установка, на которой было получено 1000 кг концентрата лития и 150 кг магнезии [8].

Таким образом, подземные воды мезозойского комплекса Восточно-Предкавказского артезианского бассейна, в частности на подавляющей территории его дагестанской части, представляют собой промышленные редкометальные термальные и перегретые воды, ресурсы которых являются новым крупным сырьевым источником для развития редкометальной и химической промышленности [3]. Утилизация таких вод предоставляет реальные возможности добычи ценных элементов и минеральных солей лития, рубидия, цезия, стронция, бора, брома, йода, магния. Одновременно они обладают высоким тепловым и энергетическим потенциалом, содержат растворенные метановые, углекислые и редкие газы, а также зачастую избыточную гидравлическую энергию. Все вышеперечисленное позволяет считать эти воды комплексным полезным ископаемым.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808495-2-1.5.13.

Литература

1. Коган Б.И. Редкие металлы. Состояние и перспективы. – М.: Наука, 1979. 356 с.
2. Коган Б.И., Названова В.А. Промышленное исследование природных континентальных минерализованных вод за рубежом // Редкие элементы. Сырьё и экономика. – М.: ИМГРЭ, 1974. Вып. 10. С. 4-117.
3. Курбанова Л.М., Гусейнова А.Ш. Генезис редкометальных гидротерм Восточно-Предкавказского артезианского бассейна // Геология и ресурсы Дагестана. Труды ИГ ДНЦ РАН, вып. 64, 2015г., с. 71-75.

4. Курбанов М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья. – М.: Наука, 2001. 260 с.
5. Маммаев О.А., Курбанова Л.М., Гусейнова А.Ш., Маммаев Б.О. Техничко-экономические аспекты освоения геотермальных ресурсов месторождений Восточного Предкавказья // Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы. Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов. Сб. трудов IV Международной конф-и «Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы» и VIII Школы молодых ученых «Актуальные проблемы освоения возобновляемых энергоресурсов» Т. 2. – Махачкала: 2015. С. 56-64.
6. Солодов Н.А. и др. Геологический справочник по легким литофильным редким металлам. – М.: Недра, 1986.
7. Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Под ред. д.ф.-м.н. И.А.Керимова, д.г.н. В.А.Широковой. Т. 12. – Москва, 2022. С. 124-128.
8. Отчет о научно-исследовательской работе «Исследование и разработка технологии извлечения карбоната лития из геотермальных рассолов Берикейского месторождения Дагестана», научн.рук. и отв.исп. д.г.-м.н. Курбанов М.К. – ООО Георесурс, Махачкала, 2004г.
9. Газета «Ведомости», 17 октября 2021 г.

УДК 556.34: 614.7(470.67)

DOI: 10.33580/2541-9684-2022-89-2-46-51

К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ТЕРСКО-КУМСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА (ТКАБ) В ПРЕДЕЛАХ ДАГЕСТАНА

Кондаков В.М., Мамаев С.А., Газалиев И.М., Мамаев А.С.

Институт геологии ДНЦ РАН

На основе математического моделирования по программе «Геофильтрация» ГИС будет произведена оценка прогнозно-эксплуатационных ресурсов подземных вод (ПЭРПВ) Терско-Кумского артезианского бассейна в пределах Равнинного Дагестана для обеспечения хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. В ходе решения оценки ПЭРПВ будут решаться обратная стационарная и прямая прогнозная задачи, определяться ПЭРПВ хазаро-хвалынского, бакинского и верхнеапшеронского водоносных комплексов.

Ключевые слова: гидрогеология, моделирование, подземные воды, артезианский бассейн

TO THE MATHEMATICAL MODELING OF FRESH GROUNDWATER OF THE TERSK-KUM ARTESIAN BASIN (TKAB) WITHIN DAGESTAN

Kondakov V.M., Mamaev S.A., Gazaliev I.M., Mamaev A.S.

Institute of Geology DSC RAS

On the basis of mathematical modeling under the program "Geofiltration" GIS, an assessment will be made of the forecast and operational groundwater resources (PRWR) of the Terek-Kuma artesian basin within Plain Dagestan to ensure domestic and drinking water supply to the population. In the course of estimating the ERWV, the inverse stationary and forward forecasting problems will be solved, and the ERWL of the Khazar-Khvalynsk, Baku, and Upper Apsheron aquifers will be determined.

Keywords: hydrogeology, modeling, groundwater, artesian basin

Введение

Республика Дагестан располагает большими потенциальными запасами пресных подземных вод. Значительная часть их приходится на площадь Терско-Кумского артезианского бассейна (ТКАБ). Большинство существующих водозаборов эксплуатируют неутвержденные запасы подземных вод. К сожалению, следует констатировать, что утвержденные эксплуатационные запасы используются на 3-5%. Водоснабжение крупных городов - Махачкалы, Хасавюрта, Каспийска обеспечивается за счет поверхностных вод.

Гидрогеологические условия

Гидрогеологические условия территории Равнинного Дагестана обусловлены местоположением ее в зоне сочленения эпигерцинской плиты и терско-каспийского передового прогиба.

С целью оценки ПЭРПВ для Северо-Кавказского региона было принято следующее гидрогеологическое районирование (Островский Л.А., Антылко Б.Е. и др., 1996 г), где Равнинный Дагестан относится к Восточно-Предкавказскому бассейну пластовых и блоково-пластовых напорных вод (второго порядка), к Терско-Кумскому артезианскому бассейну (третьего порядка).

В водоснабжении Равнинного Дагестана принимают участие четыре продуктивных водоносных комплекса (ВК). Наиболее интенсивно эксплуатируются бакинский и верхнеапшеронский (верхняя пачка) ВК [4, 5]. Хазаро-хвалынский эксплуатируется лишь на Кумыкской плоскости (Хасавюртовский, Кизилюртовский и Бабаюртовский районы). Нижняя пачка верхнеапшеронского водоносного комплекса эксплуатируется только в Ногайском районе, а также в городах Кизляр и Хасавюрт. Увеличение мощности отложений ВК происходит в восточном и северо-восточном направлениях.

В соответствии с картой областей питания [4] формирование водоносных комплексов происходит в результате инфильтрации атмосферных осадков и речных вод в основном с предгорных зон, как Дагестана, так и Чечни (Терский хребет), а также Ставропольского края (конусы выноса рек). С нашей точки зрения определенная доля питания есть и за счет инфильтрации атмосферных осадков в барханно-грядовых песках современного возраста, находящихся за пределами Дагестана. На территории Дагестана имеет место переток подземных вод из нижних водоносных комплексов в верхние.

Разгрузка водоносных комплексов выражена испарением с уровня грунтовых вод и водоотбором (скважинами). Около 5% от расходной части поступает в акваторий Каспийского моря.

Постановка задачи и расчетная схема

Оценка ПЭРПВ для Равнинного Дагестана проводилась методом математического моделирования. В качестве исходных данных использовалась информация, полученная с карт гидроизогипс и гидроизопьез составленных на основе последних разведочных работ и данных по сети скважин системы мониторинга подземных вод. Для определения пространственного расположения водоносных комплексов применялись структурные карты залегания кровли бакинского и верхнеапшеронского водоносных комплексов построенных на основе литолого-гидрогеологических разрезов по данным представительных скважин с геофизическими исследованиями, а также с использованием опорных, структурных и термальных скважин [4-8]. Анализ исходных данных показал, что литологическое строение рассматриваемого бассейна многослойное.

Схема геофильтрационной модели включает четыре водоносных слоя, разделенных слабопроницаемыми глинистыми слоями. Водоносные слои образуют следующие водоносные комплексы: верхне-среднечетвертичных (хазаро-хвалынских) отложений (1 слой), бакинских отложений (2 слой), верхняя (3 слой) и нижняя (4 слой) песчаные пачки верхнеапшеронского водоносного комплекса.

Площадь ТКАБ в пределах Равнинного Дагестана разбивается на блоки (рис. 1) с шагом сетки: по 12×12 км на равнинной части и 4×12 км, на территории, примыкающей к Предгорному Дагестану.

При определении коэффициентов водопроводимости (КВ), коэффициентов свободной и упругой водоотдачи в качестве опорных исходных данных следует применять параметры, полученные при проведении детальных разведок и инженерно-геологической съемки. В итоге, будет использовано более 30 гидрогеологических параметров, полученных после проведения опытных кустовых откачек. Также были использованы и другие методы [3] определения КВ.

Вертикальные коэффициенты фильтрации (ВКФ) слабопроницаемых слоев составят (Гохберг Л.К. и др. М, МГУ, 1977): между бакинским и хазаро-хвалынским ВК – 0.001 м/сут; между бакинским и верхнеапшеронским, также между верхнеапшеронским и нижнеапшеронским – 0.0001 м/сут. Коэффициенты вертикальной гидропроводности определялись как частное от деления ВКФ на мощность разделяющего слоя.

В конечном счете, будут подготовлены исходные данные к обратной стационарной задаче, после решения которой, с уточнением гидрогеологических параметров, может решаться прямая прогнозная задача на 50 лет.

На основе решения обратной задачи будет уточнен и фактический водоотбор (в граничных блоках по прямому подсчету) усредненный за 1990-1995 гг. и разделенный по районам согласно их границам. Также был рассчитан фактический модуль водоотбора. При решении прямой задачи в расчетных блоках задавались максимальные значения водоотбора при условии не допустимости снижения пьезометрических уровней ниже половины мощности верхнего ВК, а вблизи побережья не ниже уровня Каспийского моря. ПЭРПВ подсчитывались путем складывания водоотбора по блокам.

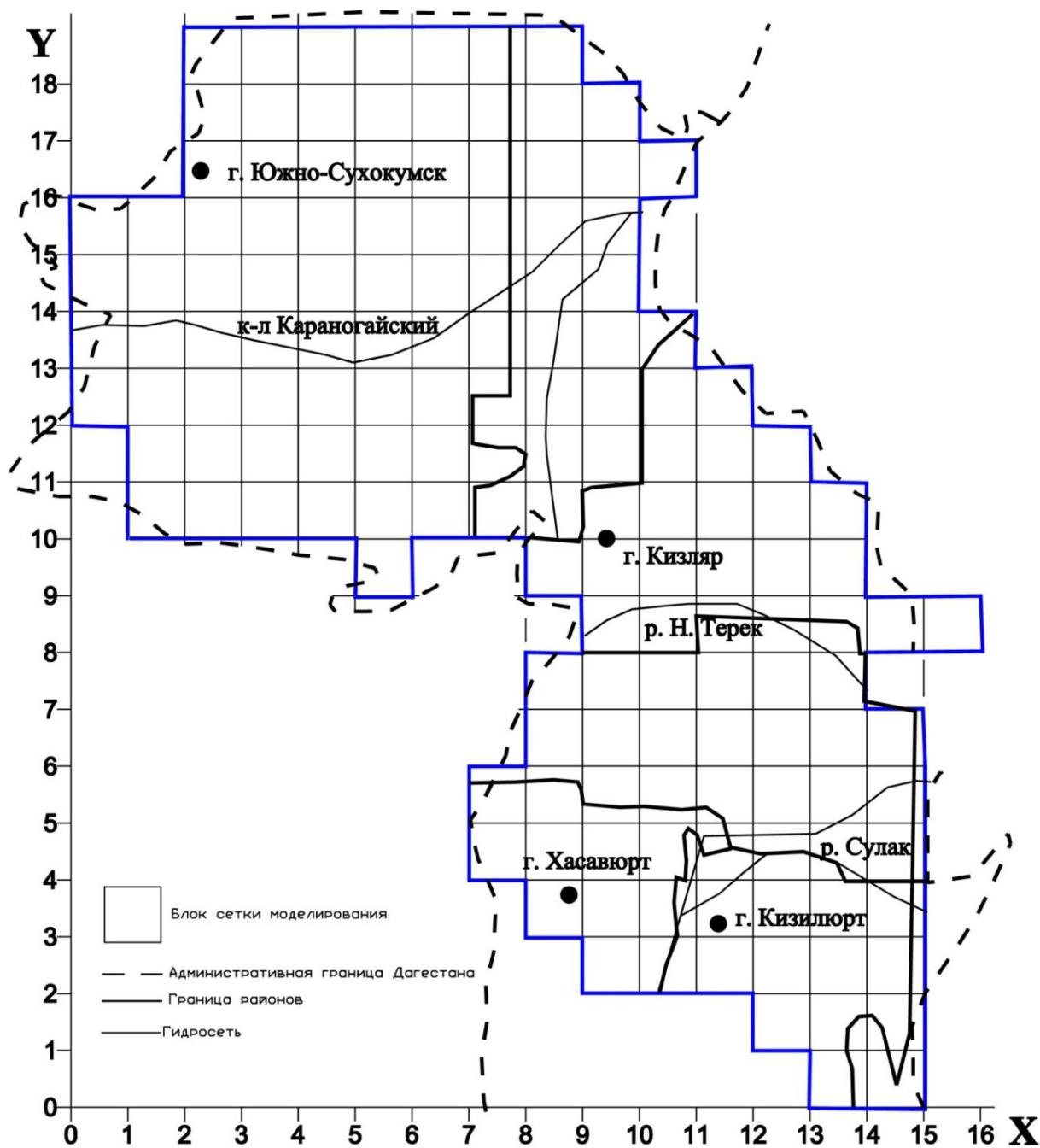


Рис. 1. Цифровая картограмма Равнинного Дагестана к математическому моделированию гидрогеологических условий.

Методика расчета ресурсов подземных вод

Пакет программ "Моделирование фильтрации подземных вод" предназначен для решения гидрогеологических (геоэкологических) задач, связанных с анализом и прогнозом движения подземных вод. Он позволяет осуществлять моделирование стационарных и нестационарных задач геофильтрации, многослойных и квазитрехмерных изотропных и анизотропных в плане системах. При моделировании использовалась наиболее изученная и перспективная для хозяйственно-питьевого водоснабжения толща четвертичных и верхнеапшеронских отложений. Конкретные геолого-гидрогеологические условия равнинной части Дагестана реализованы путем создания десятислойной в разрезе модели.

0 Зона аэрации

- 10000 Поверхностные воды
- 323 Средне-верхнечетвертичный ВК
- 3 Слабопроницаемый нерасчлененный четвертичный горизонт
- 129 Бакинский ВК
- 130 Слабопроницаемый нижнечетвертичный горизонт
- 144 Верхнеапшеронский ВК (верхняя пачка)
- 1441 Слабопроницаемый верхнеапшеронский горизонт
- 143 Верхнеапшеронская ВК (нижняя пачка)
- 1431 Водоупорный горизонт

Каждому слою соответствует набор расчетных гидрогеологических параметров, в зависимости от которого программа диагностирует задаваемые условия. Так для слоя "0" - зоны аэрации задаются следующие параметры: - абсолютные отметки поверхности земли, - критическая глубина для грунтовых вод, коэффициент интенсивности инфильтрации, коэффициент интенсивности испарения

которые реализуют данный слой и экспоненциальную зависимость инфильтрационного питания и испарения от глубины залегания уровня грунтовых вод (УГВ). Безнапорная фильтрация в проницаемых слоях (слой 323) с $K_f = \text{const}$ в частности задается введением параметров:

- коэффициент фильтрации (по оси "X"),
- абсолютные отметки уровней.

Напорная фильтрация в проницаемых слоях задается параметрами:

- коэффициент водопроводимости;
- абсолютные отметки кровли водоносного горизонта;
- абсолютные отметки уровней подземных вод;

Напорная фильтрация в слабопроницаемых слоях задается введением параметра A_0 - коэффициента перетекания.

Слой "1000" - поверхностные воды - задавался введением параметров - наличие признаков рек:

- абсолютные уровни воды в реках;
- абсолютные отметки дна рек;
- проводимость ложа рек;
- ширина реки;
- протяженность реки в блоке.

При этом реализуется условие переменного во времени и пространстве режима взаимосвязи поверхностных и подземных вод. На модели задаются наиболее крупные реки и каналы (реки Н. Терек, Прорва, Сулак, канал Караногайский).

Необходимо отметить, что моделирование равнинной части проводится в административных границах Дагестана. С востока модель ограничена береговой линией Каспийского моря, а на юге - условной границей с Предгорным Дагестаном, по линии выхода апшеронских отложений на дневную поверхность.

Решение обратной стационарной задачи. При решении обратной стационарной задачи на западной и южной границах, в областях питания, задавалось граничное условия I рода ($H = \text{const}$), а на северной и восточной границах - условие II рода ($Q = \text{const}$) согласно табл. 1.

Основным целевым назначением обратной задачи является определение основных статей баланса подземных вод и уточнение значений гидрогеологических параметров. Решение обратной задачи проводится путем сопоставления модельных и исходных значений абсолютных уровней подземных вод и корректировки значений водопроводимости, инфильтрации, испарения, величин существующего водоотбора, параметров взаимосвязи подземных и поверхностных вод. Решение проводится до 95% сходимости модельных и исходных данных.

Основные приходные статьи баланса - приход с границ –порядка 1300 тыс. м³/сут. Расходные статьи - испарение с уровня грунтовых вод – до 700 тыс. м³/сут, и разгрузка в реки –до 500 тыс. м³/сут., а также отток за границы.

Таблица 1.

Схема гидрогеологических границ Равнинного Дагестана применяемых при решении обратной задачи. (С – граничные условия первого рода, D – граничные условия второго рода)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
19			C	D	D	D	D	D	D							
18			C							D						
17			C								D					
16	C	C								D						
15	C									D						
14		C									D					
13	C											D				
12		C											D			
11		C	C	C	C		C	C						D		
10						C			C					D		
9										C					D	D
8									C					D		
7									C						D	
6								C							D	
5								C							D	
4									C						D	
3										C	C	C			D	
2													C		D	
1														C	C	

Решение прогнозной нестационарной задачи. При решении прогнозной задачи по границе модели задается граничное условие II рода. При этом величины притока и оттока приняты по результатам обратной задачи. Целью данной задачи являлось определение максимального количества воды, которое может быть дополнительно получено скважинами-водозаборами. При этом лимитирующей величиной является величина допустимого понижения уровня грунтовых вод в первом от поверхности земли водоносном горизонте - средне-верхнечетвертичных отложениях, которая принята равной половине мощности горизонта (0.5h), а также положением уровня воды в Каспийском море.

Задача решается для моментов времени $t = 365, 9125, 18250$ суток. Невязка баланса должна быть не более 5%. Приходные статьи баланса по значимости будут: приток с границ, инфильтрация из рек, осушение емкости.

Расходные статьи баланса определяются водоотбором и испарением.

Полученное значение водоотбора выражает прогнозно-эксплуатационные ресурсы подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Естественные ресурсы подземных вод, оцененные М.К. Курбановым [9], составили: по верхнеапшеронским отложениям - 1207067 м³/сут (13971 л/с); по четвертичным отложениям - 756784 м³/сут (4129 л/с).

Сток подземных вод в акваторий Каспийского моря по М.К. Курбанову составил: по верхнеапшеронским отложениям - 45044 м³/сут (52 л/с); по четвертичным отложениям - 67450 м³/сут (781 л/с).

По нашим данным [4,10] естественные ресурсы подземных вод (их приход к границе Дагестана), определенные по формуле Дарси, несколько меньше и составляют порядка 1664115

м³/сут, в т.ч. по четвертичным отложениям (хазаро-хвалынский и бакинский ВК) – 787195 м³/сут; по верхнеапшеронскому (верхней и нижней пачкам) – 876920 м³/сут.

Сток подземных вод в Каспийское море составил по верхнеапшеронским отложениям – 44082 м³/сут; по четвертичным отложениям – 16658 м³/сут.

Заключение

1. В процессе составления расчетной геофильтрационной схемы к моделированию гидрогеологических условий будут использованы структурные карты залегания кровли бакинского, верхней и верхнеапшеронского водоносных комплексов, карты коэффициентов водопроницаемости, гидроизопьез, вертикальной гидропроницаемости.

2. Метод математического моделирования для Равнинного Дагестана, получит значения ПЭРПВ, распределенные по основным водоносным комплексам и позволит создать постоянно действующую модель.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808495-2-1.5.13.

Литература

1. Биндеман Н.Н., Язвин Л.С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. М.: Недра, 1970. 216 с.
2. Боровский В.В., Дробноход Н.Й., Язвин Л.С. Оценка запасов подземных вод. Киев: Выща шк., 1989. 407 с.
3. Кондаков В.М., Кондакова Н.В. Интерпретация фильтрационных свойств водоносных песков // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2019. № 2 (77). С. 50-54.
4. Кондаков В.М., Газалиев И.М., Курбанова Л.М., Ибаев Ж.Г. Геологические аспекты формирования макро- и микрокомпонентного состава подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна в пределах Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2019. № 4 (79). С. 5-20.
5. Курбанов М.К. Северо-Дагестанский артезианский бассейн. Махачкала, Дагкнигиздат. 1969. 92 с.
6. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Моделирование в геологии на основе картографирования // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2008. № 52. С. 159-162.
7. Мамаев С.А., Мамаев А.С., Гусейнова А.Ш., Ибаев Ж.Г. О принципах математического моделирования гидрогеологических объектов на территории Республики Дагестан // В сборнике: Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Коллективная монография по материалам VII Всероссийской научно-технической конференции. 2017. С. 383-392.
8. Черкашин В.И., Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Маммаев А.О. Создание информационных электронных гидрогеологических карт с применением современных гис-технологий, мониторинг и анализ геоданных // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2003. № 49. С. 85-93.
9. Методическое письмо по составлению дополнений к проектной документации II этапа работы "Оценка обеспеченности населения Российской Федерации ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения" Гидрогеоэкологическая научно-производственная и проектная фирма ГИДЕК". - М, 1997. 24 с.
10. "Оценка обеспеченности населения Российской Федерации ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения" (методические рекомендации по проведению второго этапа работ). - М, 1995. 72 с.

УДК 550.4; 553.735

DOI: 10.33580/2541-9684-2022-89-2-52-56

ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН)

Абдулмуталимова Т.О.

Институт геологии ДФИЦ РАН,

Институт проблем геотермии филиал Объединённого института возобновляемой энергетики РАН

В статье рассматриваются региональные проблемы рационального использования подземных вод для питьевого водоснабжения населения. Проведен сравнительный анализ качества питьевой воды в горной и равнинной частях республики, выявлены территории с дисбалансом микроэлементного состава питьевых подземных вод.

Ключевые слова: подземные воды, питьевое водоснабжение, здоровье населения, микроэлементы, мышьяк, Республика Дагестан.

PROBLEMS OF THE RATIONAL USE OF GROUNDWATER AS A SOURCE OF DRINKING WATER SUPPLY (BY THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN)

Abdulmutalimova T.O.

1Institute of Geology, Far Eastern Federal Research Center, Russian Academy of Sciences,

*2Institute for Geothermal Problems, branch of the Joint Institute for Renewable Energy,
Russian Academy of Sciences*

The article deals with regional problems of rational use of groundwater for drinking water supply of the population. A comparative analysis of the quality of drinking water in the mountainous and lowland parts of the republic was carried out, and territories with an imbalance in the microelement composition of drinking groundwater were identified.

Key words: groundwater, drinking water supply, public health, trace elements, arsenic, Republic of Dagestan.

Во многих странах мира подземные воды являются приоритетным источником водоснабжения [1]. Являясь более защищенными от внешнего воздействия, они, как правило, отвечают требованиям, предъявляемым к питьевым водам по микробиологическим, химическим и органолептическим показателям. В мировом масштабе использование подземных вод покрывает примерно 50% потребности в питьевой воде и 43% потребности орошения, а экономический вклад подземных вод в сельское хозяйство оценивается в 230 млрд долл. США в год. С развитием мировой экономики спрос на пресную воду растет, а загрязненные пресные поверхностные источники не удовлетворяют всех потребностей мирового хозяйства. Как показали документы Всемирного саммита в Йоханнесбурге (2002), Третьего Всемирного водного форума (2003), а также предложенная Европейским Союзом, так называемая, Водная инициатива, внимание мировой общественности все больше привлекают проблемы качества и рационального использования водных ресурсов.

Россия обладает огромным водно-ресурсным потенциалом, масштабы и основные характеристики которого во многом уникальны. 20 % мировых ресурсов пресной воды (без учета ледников и подземных вод) приходится на Россию [2,3]. Подземные воды составляют значительную часть водных ресурсов страны и обеспечивают около 20% всех потребностей страны в хозяйственно-питьевой воде. Прогнозные эксплуатационные ресурсы питьевых (пресных и солоноватых) подземных вод, оценённых по бассейнам рек, составляют 317,2 км³ в год. Из подземных гидрогеологических резервуаров ежедневно добывается по 40 млн м³ воды (14,6 млрд м³ в год) и этой водой обеспечиваются потребности 60% городского и 85% сельского населения.

Наиболее удобны для этих целей воды артезианских бассейнов, из которых они подаются с напором при помощи скважин [4].

Дагестан обладает достаточными прогнозными ресурсами пресных подземных вод хозяйственно-питьевого и производственно-технического назначения. Водопотребление на 1 жителя республики составляет в среднем 303,5 л/сут, из них подземных вод – 82,7 л/сут., поверхностных – 220,8 л/сут. Прогнозные эксплуатационные на территории республики составляют 2038,14 тыс. м³/сут., обеспеченность прогнозными ресурсами – 1,12 м³/сут, а на 1 человека, утвержденными эксплуатационными запасами – 0,50 м³/сут [5]. Доля подземных вод в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения в 2019г. составила 31%. По состоянию на 01.01.2020г. по предварительным данным государственного баланса запасов разведаны и оценены 61 участок пресных подземных вод с суммарными утвержденными запасами в количестве 324,2тыс.м³/сут, в том числе около половины запасов (134 тыс.м³/сут) – для водоснабжения городов Кизляр, Дербент, Буйнакс и Хасавюрт [6]. Уровень освоения разведанных эксплуатационных запасов подземных вод по республике составляет всего 13%. При наличии достаточных ресурсов подземных вод питьевого качества города Махачкала, Кизилюрт, Хасавюрт, Каспийск, Избербаш используют для хозяйственно-питьевых нужд воды поверхностных источников, качество которых не всегда удовлетворяет санитарно-гигиеническим требованиям.

В пределах республики основными эксплуатационными горизонтами являются водоносные комплексы неоплейстоценовых, плиоценовых, миоценовых и меловых отложений Восточно-Предкавказского артезианского бассейна [5]. Гидрогеологические особенности территории обуславливают физико-химический состав вод, который в свою очередь может характеризоваться повышенным или пониженным содержанием некоторых элементов, тем самым формируя гидрогеохимические аномалии в пределах артезианского бассейна [6-9].

Возникновение природных гидрогеохимических аномалий связано с концентрацией в поверхностных или подземных водах токсичных веществ, химических элементов и соединений природного или техногенного происхождения. Отличительная характеристика гидрогеохимической аномалии — это повышенное или пониженное (по сравнению с фоновым) содержание специфических элементов, минералов, других компонентов. Содержание химических элементов на определенных территориях контролируется сочетанием различных климатических и ландшафтных факторов, которые, в свою очередь зависят от геологических, минералого-геохимических, и гидрогеологических особенностей пород, слагающих структуру, а также эндо- и экзогенных процессов, наблюдаемых в данном месте. Подземные воды в Республике Дагестан в целом соответствуют санитарно-эпидемиологическим требованиям, предъявляемым к питьевой воде, а также к питьевому и хозяйственно-бытовому водоснабжению. Согласно Федеральному закону от 30.03.1999 N 52-ФЗ (ред. от 02.07.2021) "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2022) питьевая вода должна быть безопасной в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредной по химическому составу и должна иметь благоприятные органолептические свойства.

Дисбаланс микроэлементного состава подземных вод наблюдается преимущественно в северной равнинной части республики, где 80% населения использует в качестве источников питьевого водоснабжения артезианские воды. Для данной территории характерны повышенные концентрации мышьяка, марганца, кадмия и фенолов [10]. Наибольшую обеспокоенность вызывает высокое содержание природного мышьяка, который при длительном поступлении в организм человека способен вызывать развитие так называемых арсенозов [11]. Анализ многих зарубежных литературных источников выявил большое количество гидрогеохимических провинций со значительными уровнями загрязнения подземных вод мышьяком. Мнения специалистов о генезисе мышьяка неоднозначны. Повышенные концентрации мышьяка естественного происхождения в подземных водах часто являются результатом геологического строения

водовмещающих пород и обнаруживаются в породообразующих минералах, таких как реальгар, аурипигмент, мышьяковистый колчедан и др. В результате вымывания из пород, содержащих мышьяк, вода подземных источников насыщается соединениями мышьяка, таким образом, формируя достаточно обширные территории мышьяковистых гидрогеохимических аномалий. Так, например, причиной одной из крупнейшей в мире природной гидрогеохимической аномалии по мышьяку на территории Бангладеш принято считать выщелачивание мышьяка из обогащенных этим элементом осадочных пород и поступление его в подземные воды. В результате чего 75 млн. человек находятся под угрозой отравления мышьяком, а 24 млн. жителей уже страдают его последствиями [12]. В ряде районов США в качестве причины поступления мышьяка в подземные воды, используемые населением для питья, рассматривается комплекс причин: особенности геохимических условий, наличие ионов мышьяка, образующих растворимые комплексы с металлами в составе горных пород и антропогенные факторы [13-15]. Ряд исследователей предполагают, что вследствие значительной подвижности солей элемента при высоких температурах, мышьяк мигрирует в составе ювенильных вод к поверхности земли из магматических очагов. Антропогенные воздействия, приводящие к понижению уровня грунтовых вод и проникновению кислорода воздуха в водоносные горизонты, также могут приводить к последующему окислению подстилающих пород и поступлению мышьяка в подземные воды [16].

Наибольшая частота распределения проб с высокими концентрациями мышьяка отмечена в Кизлярском районе, где среднее содержание мышьяка составило 0,28 мг/л, наименьшее среднее содержание мышьяка (0,03 мг/л) в исследованных образцах питьевой воды выявлено в Хасавюртовском районе. Тем не менее, во всех исследованных районах среднее содержание мышьяка в питьевой воде превышает допустимый уровень (0,01 мг/л). Среднее содержание мышьяка в питьевых водах Северного Дагестана составило 0,19 мг/л, что превышает допустимый уровень в 19 раз. Около 50% населения северной равнинной части Дагестана использует воду с содержанием токсичного мышьяка выше допустимого норматива 4 раза. Превышение гигиенического норматива в 20 и более раз выявлено в 12 населенных пунктах с общей численностью населения – 15,8 тыс. человек, что составляет 3% от общей численности населения исследованных населенных пунктов.

Высокое содержание мышьяка в подземных водах обуславливают высокие канцерогенные риски для населения, использующего эти источники для питьевых нужд [17 - 19]. Уровень канцерогенных рисков находится выше допустимого, что определяет эти подземные воды как недопустимые для питьевого водоснабжения населения. В зоне наивысшего риска находится Кумторкалинский район, где ранее был выявлен наиболее высокий уровень содержания мышьяка в питьевой воде. В экспонируемой популяции исследованных районов при пероральном поступлении мышьяка популяционный канцерогенный риск (PCR) в течение 1 года составит от 2 дополнительных случаев (к фоновому уровню заболеваемости) при концентрации мышьяка 0,01 мг/л и до 95 дополнительных случаев при максимальной концентрации 0,5 мг/л. Общий популяционный канцерогенный риск для населения исследуемых районов при средней концентрации мышьяка (0,19 мг/л) в питьевой воде составит 36 дополнительных случаев заболеваний в год.

Учитывая, что для указанной территории Дагестана подземные воды являются приоритетным, а чаще и единственным источником питьевого водоснабжения, необходимо проведение постоянного мониторинга за качеством воды подземных источников и использование населением фильтров по очистке питьевой воды от содержания токсичного мышьяка.

Использование подземных источников для питьевого водоснабжения в горной части Дагестана возможно, однако требуется проведение ряда мероприятий по снижению минерализации и жесткости воды до приведения этих показателей к нормативам питьевой воды. Практически во всех горных районах обнаружен дефицит содержания йодидов, что может спровоцировать развитие эндемичных заболеваний щитовидной железы. Использование йод-содержащих

препаратов или введение в пищевой рацион йод-содержащих продуктов может восполнить микроэлементный дисбаланс. В некоторых населенных пунктах Левашинского, Лакского, Дахадаевского, Тляртинского, Ботлихского, Ахвахского, Цумадинского, Унцукульского, Казбековского, Гумбетовского и Гергебельского районов отмечается незначительное превышение содержания сульфатов и нитратов, что может способствовать нарушению обмена веществ в организме и сказаться на работе желудочно-кишечного тракта. Незначительное превышение хлоридов зафиксировано в подземных водах Цунтинского района [20].

Следует также отметить, что в целях рационального использования подземных источников для питьевого водоснабжения населения необходимо:

- проведения мероприятий по соблюдению режима эксплуатации скважин;
- оборудовать зоны санитарной охраны водных источников и соблюдение режима хозяйственной деятельности в их пределах.
- использование специальных фильтров для приведения воды к нормативам питьевой по ряду компонентов.

Заключение.

Проведенная оценка качества питьевых подземных вод Дагестана позволяет сделать вывод, что:

- использование подземных вод в качестве источника питьевого водоснабжения в горных районах допускается, однако, в некоторых районах требуется проведения мероприятий для смягчения воды и понижения её минерализации, а очистка от содержания сульфатов, нитратов и хлоридов возможна при использовании специализированных фильтров;
- использование подземных вод в северных (равнинных) районах для питьевых целей в настоящее время недопустимо и требует проведения целевых мероприятий по очистке от мышьяка и других загрязняющих компонентов, либо поиска альтернативных источников водоснабжения.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808495-2-1.5.13.

Литература

1. Доклад ООН о состоянии водных ресурсов мира «Управление водными ресурсами в условиях неопределенности и риска», «Managing Water under Uncertainty and Risk». 2012.
2. Шойгу С.К. и др. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации. М.: «Издательство «Феория»», 2011 г.
3. Карта воды России. Available at: <http://watermap.zdorovieinfo.ru/karta-zagraznenii-pdk?zoom=4&page=1&CenterX=47.726749&CenterY=58.759918#20>
4. Качество подземных вод России и их загрязнение. Федеральный портал Protown.ru. Available at: <http://www.protown.ru/information/hide/2832.html>
5. Курбанов М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья. - М.: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001.- 260с.
6. Курбанов М.К. Гидрогеоэкологическая программа на 2003-2008 г. «Родник. – Ресурсы подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна и пути их рационального использования, предотвращения процессов загрязнения и истощения» // Геоэкологические проблемы освоения и охраны ресурсов подземных вод Восточного Кавказа. Тр. ИГ ДНЦ РАН. Вып 49. – Махачкала, 2003.
7. Абдулмуталимова Т.О., Газалиев И.М. Геоэкологические проблемы подземных вод Северного Дагестана // Современные проблемы геоэкологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Всерос. конф.- Грозный, 2011.- С.: 331-335.
8. Абдулмуталимова Т.О., Ревич Б.А. Особенности химического состава и гигиеническая роль питьевых вод в условиях природных аномалий (на примере Республики Дагестана) // Материалы пленума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды

«Комплексное воздействие факторов окружающей среды и образа жизни на здоровье населения: диагностика, коррекция, профилактика». г.Москва, 2014г. - С.14 – 17.

9. Абдулмуталимова Т.О., Рамазанов О.М. Мышьяковистое загрязнение артезианских питьевых вод и оценка экологического риска для здоровья населения // Материалы IV Международной конференции «Возобновляемая энергетика: проблемы и перспективы». г.Махачкала, – 2015.

10. Мышьяк в подземных водах Северо-Дагестанского артезианского бассейна Курбанова Л.М., Самедов Ш.Г., Газалиев И.М., Абдулмуталимова Т.О. Геохимия. 2013. № 3. С. 262.

11. Das N.K., Sengupta S.R. Arsenicosis: diagnosis and treatment. // Indian J Dermatol Venereol Leprol. - 2008. - №74(6). – P.:571–581.

12. Музахидул И. Гигиеническая оценка распространенности мышьяка в воде и продуктах питания и его влияние на здоровье населения республики Бангладеш (область Газипур): Дис. канд. мед. наук. - М., 2012. – 85 с.

13. Focus. Arsenic: A Global Poison. // Environmental Health Perspectives. – 2005. – vol.113 (№6). – P.: A 379.;

14. Geospatial association between adverse birth outcomes and arsenic in groundwater in New Hampshire, USA. XunShi et al. // Environ. Geochem. Health. -2015. - Vol. 37, № 2.- P.333–351;

15. John F. F., Jerome G. A review of the arsenic cycle in natural waters. Original Research Article.// Water research. – 1972. –P.: 1259-1274

16. Smedley, P. L. A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters / P. L. Smedley, D. G. Kinniburgh // Appl. Geochemistry. – 2002. – Vol. 17. - N 5. – P.: 517–568.

17. Абдулмуталимова Т.О., Ревич Б.А. Оценка канцерогенного риска здоровью населения, обусловленного высоким содержанием мышьяка в питьевой артезианской воде Северного Дагестана // Гигиена и санитария. – 2017 г. Том 96, № 8 - С. 743-746

18. Абдулмуталимова Т.О. Оценка канцерогенного риска здоровью населения при использовании подземных вод с высоким содержанием мышьяка в качестве источников питьевого водоснабжения на примере Республики Дагестан. Токсикологический вестник. 2019. №6 (159). С.39-44.

19. Абдулмуталимова Т.О., Ревич Б.А., Газалиев И.М. Мышьяк в питьевых артезианских водах Северного Дагестана и риски здоровью населения // Разведка и охрана недр. – 2018г. Вып.1, С.37-41

20. Магдиев А.М. и др. Химический анализ питьевых вод Дагестана (горные районы). – Махачкала: АЛЕФ, 2019. – 154с.

УДК 55.556; 620.190

DOI: 10.33580/2541-9684-2022-89-2-57-62

К ВОПРОСУ О ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ СЖИГАНИЯ ПОПУТНОГО ГОРЮЧЕГО ГАЗА НА ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ

Курбанисмаилова¹ А.С., Ахмедов^{2,3} Г.Я.

¹Институт геологии ДФИЦ РАН, ²Институт проблем геотермии и возобновляемой энергии» филиал ОИВТ РАН, ³ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет

В статье рассматриваются проблемы нецелесообразного использования попутных газов путем сжигания на факеле, их экологические последствия и перспективы решения этой проблемы. Основные причины масштабного сжигания попутного газа в России, а также возможные пути утилизации попутных газов.

Ключевые слова: попутный газ, экология, выбросы, Россия,

TO THE QUESTION OF ENVIRONMENTAL ASPECTS OF COMBUSTION OF ASSOCIATED COMBUSTIBLE GAS AT GEOTHERMAL WELLS

Kurbanismailova¹ A.S., Akhmedov^{2,3} G.Ya.

¹Institute of Geology Far Eastern Federal Research Center RAS, ²Institute for Problems of Geothermy and Renewable Energy, branch of JIHT RAS, ³Dagestan State Technical University

The article deals with the problems of inexpedient use of associated gases by flaring, their environmental consequences and prospects for solving this problem. The main reasons for the large-scale flaring of associated gas in Russia, as well as possible ways to utilize associated gases.

Key words: associated gas, ecology, emissions, Russia,

Попутный газ считается побочным продуктом геотермальных станций и обычно сжигается на факелах. В среднем по России сжигается 20...24 % попутного газа. При сжигании попутного газа теряется значительное количество ценного сырья, а в атмосферу ежегодно попадают тонны загрязняющих веществ, ухудшая экологическую обстановку как в нефтепромысловых районах, так и в целом. Продукты сгорания попутного газа (оксиды углерода, активная сажа, окись азота, сернистый ангидрид и различные несгоревшие углеводороды) представляют собой потенциальную угрозу здоровью людей, поэтому проблема утилизации попутного нефтяного газа является актуальной, т.к. затрагивает важнейшие экологические аспекты жизни людей [1].

Не секрет, что проблема использования попутного газа в России, да и в целом мире весьма актуальна. По этому вопросу проводилось множество конференций и совещаний на различных уровнях. Обсуждалось что сжигать попутный газ, как с геотермальных, так и с нефтяных скважин не целесообразно. Вместо того что бы сжигать его на факеле попутный газ можно использовать как сырье и перерабатывать его [2]. Но есть ряд проблем решения которых являются актуальными и соответственно находят отражение в научных трудах ученых и преподавателей различных университетов.

Во всем мире идет тенденция к снижению объектов сжигания газа, а в России наоборот наблюдается их рост. Сегодня рациональное использование попутного газа рассматривается в мире как один из важнейших показателей уровня промышленного развития страны. Так же проблема имеет не менее серьезное экологическое значение, учитывая какие огромные объемы вредных веществ безостановочно выбрасывается в атмосферу.[3] В настоящее время стоит вопрос комплексного решения проблемы эффективного использования попутного геотермального газа. На *рис. 1* показаны все процессы, которые есть по группам. Внутри каждой группы есть подварианты, но в основном это все возможные технологии, которые существуют [3].

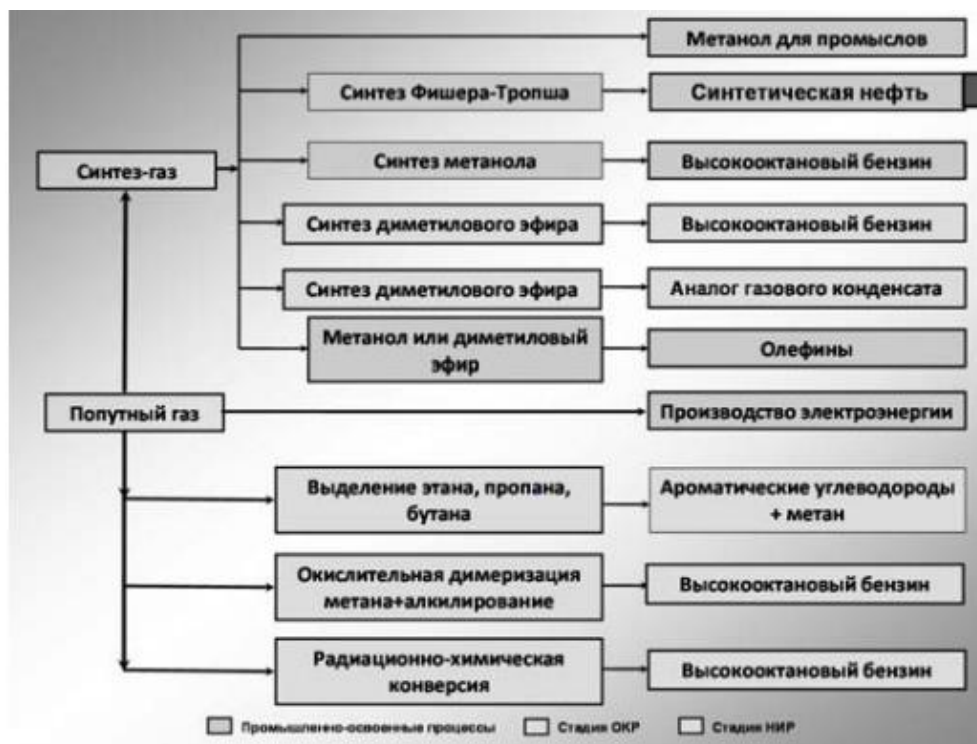


Рисунок 1. Технологии переработки попутного газа.

Говоря о причинах сжигания попутного газа в России, можно выделить технические, экономические и организационные [4].

Технические причины:

1. Большинство российских факелов не оборудовано замерными счетчиками, что не дает полного представления об объемах сжигаемого газа.
2. На многих месторождениях отсутствует необходимая производственная и технологическая инфраструктура.
3. Удаленность потенциальных рынков.

Экономические причины:

1. Незначительные штрафы за выбросы продуктов сгорания попутных нефтяных газов
2. Многие технические решения, разработанные для утилизации попутного газа, в настоящее время ориентированы на применение центральных систем.

Организационные причины:

1. Несовершенство законодательно-нормативной базы, вследствие чего попутный газ не рассматривается законодательством Российской Федерации в качестве объекта государственного регулирования.
2. Экономическая незаинтересованность компаний в решении проблемы утилизации и использовании попутного газа[5].

В таблице 1 представлены данные по выбросам отдельных компонентов для горизонтального факела при массовом расходе газа 860 г/с.

Такие факельные системы представляют собой установку из нескольких приборов с блоками питания, которые установлены по периметру факела, что позволяет дистанционно проводить обработку различных зон факела. По расположению факельная система может быть высотной (вертикальной) и горизонтальной [6].

Температура факела у основания составляет 1 580 °С. Длина факела 3...4 м, а длина горячей зоны (200 °С) - 18 м. Концентрация сажи ориентировочно составляет от 50 до 100 мг/м.

Таблица 1.

Выбросы по отдельным компонентам для горизонтального факела.

Массовый расход газа 860 г/с.

Наименование компонента (химическая формула)	Количественный состав, г/с
Оксиды азота (NO _x)	2,6
Оксид углерода (CO)	40
Диоксид углерода (CO ₂)	2 200
Диоксид серы (SO ₂)	7,9
Сероводород (H ₂ S)	0,05
Меркаптаны (RSN)	0,002
Бенз(а)пирен (Б(а)П, C ₂₀ H ₁₂)	0,0001

В настоящее время, чтобы понимать проблематику сжигания попутных газов на факелах, необходимо оценивать последствия такой деятельности, и в первую очередь - экологические.

При сжигании попутного газа на факелах в атмосферу попадают загрязняющие вещества в огромных количествах (тыс. тонн), среди которых более 250 опасных химических соединений, в том числе канцерогенных (бензол, сероуглерод, фосген), тяжелые металлы (ртуть, мышьяк и т.д.), оксиды азота и серы, сероводород. Основными продуктами горения попутного газа являются оксиды углерода (CO, CO₂), активная сажа, диоксид серы и оксиды азота [7]. Существенные концентрации окислов азота и серы фиксируются на расстоянии 1...3 км от факела, сероводорода — 5... 10 км, а окиси углерода и аммиака — до 15 км [1]. При повышенном содержании вредных веществ в атмосфере наблюдается тенденция к росту по ряду заболеваний: болезни нервной системы, органов чувств, печени, желудочно-кишечного тракта и др. Высоки показатели по болезням органов дыхания. Кроме того, действие загрязняющих веществ может проявиться не сразу и повлиять на репродуктивную функцию людей, а также стать причиной развития наследственных патологий. Из-за неэффективности российских факелов газ в них сжигается не полностью, и в атмосферу попадает метан - более активный парниковый газ, чем CO₂. Объем выбросов сажи, образующейся при сжигании ПНГ, оценивается в 0,5 млн. т/г [8].

Экологическая безопасность - защищенность жизненно важных интересов личности, общества и государства от угроз природного и техногенного характера. При чрезвычайной ситуации возникает угроза безопасности. К техногенным чрезвычайным ситуациям относятся: пожары, выбросы опасных веществ, крушения транспортных средств и разрушения сооружений, затопления и т.п. Вследствие сжигания попутного газа воздействию подвергаются все компоненты природной среды: воздух, воды, почвы и биологические системы.

Сжигание попутного газа в факелах - это прямое загрязнение атмосферы. Окисление углеводородов при сжигании ПНГ происходит с выделением тепла (1.1, 1.2):



При недостатке кислорода происходит неполное окисление и образуется оксид углерода CO - угарный газ. Серо- и азотсодержащие примеси, содержащиеся в попутных газах, сгорают с образованием оксидов серы и азота. Образующиеся в процессе горения оксиды и сажа представляют собой потенциальную опасность для здоровья людей [15].

Процессы горения оказывают воздействие на климат Земли, уменьшая содержание кислорода в атмосфере, что приводит к истощению озонового слоя, и выбрасывая огромное количество разогретых водяных паров и углекислого газа. Считается, что *парниковые газы* - метан, углекислый газ и закиси азота, - причина глобального потепления климата на планете.

Оксид углерода (CO) или угарный газ - это токсичный газ без цвета, запаха и вкуса. Токсическое действие монооксида углерода связано со способностью связываться с гемоглобином

крови, образуя карбоксигемоглобин, не способный транспортировать кислород из легких к тканям [7, 8]. Признаки отравления: головная боль и головокружение; отмечается шум в ушах, одышка, сердцебиение, мерцание перед глазами, покраснение лица, общая слабость, тошнота, иногда рвота; в тяжёлых случаях судороги, потеря сознания, кома. Предельно допустимая среднесуточная концентрация в воздухе (ПДКсс) населенных пунктах составляет 3 мг/м³.

Диоксид углерода (CO₂) - бесцветный тяжелый газ. При низких температурах обладает кисловатым вкусом и запахом. На человеческий организм углекислый газ оказывает наркотическое и раздражающее слизистые оболочки действия. Повышенное содержание CO₂ в воздухе вызывает сердцебиение, угнетает дыхательный центр, способствует повышению адреналина в крови.

Сернистые соединения. Вредность сернистых соединений определяется по наиболее токсичным компонентам газам, которые выделяются из сернистых нефтей, природных (и попутных нефтяных) газов и конденсата. К таким компонентам относятся сероводород, диоксид серы и меркаптаны.

Диоксид серы (SO₂) - бесцветный газ с резким запахом, губительно влияет на здоровье человека, животных и растительный мир. На человеческий организм диоксид серы оказывает общее токсическое действие, нарушает углеводный и белковый обмены, раздражает кроветворные органы, способствует образованию метгемоглобина, вызывает изменение костной ткани. Порог раздражающего действия на уровне 20 мг/м³. Токсичность SO₂ резко возрастает при одновременном воздействии диоксида серы и монооксида углерода.

Сероводород (H₂S) - бесцветный газ с неприятным запахом, высокотоксичный яд. В токсикодинамике H₂S заложены следующие процессы: действие на центральную нервную систему, на окислительные процессы и как яд. При добыче и переработке нефти сероводород действует в сочетании с различными углеводородами. Суммарный эффект от такого комбинированного действия смеси компонентов превосходит сумму действий этих компонентов в отдельности.

Меркаптаны (RSH) - высокотоксичные сероорганические соединения. Меркаптаны и сероводород составляют большую часть соединений серы в низкокипящих нефтяных фракциях. Они имеют чрезвычайно высокую коррозионную активность и являются ядами для катализаторов в процессах переработки нефти. Метил- и этилмеркаптаны содержатся в природных газах, высокомолекулярные меркаптаны — в бензиновой и керосиновой фракциях нефтей и конденсатов. Повышенное содержание меркаптанов, свободной серы и сероводорода чаще встречается в нефтях, добываемых из карбонатных отложений. Меркаптаны обладают специфическим запахом, поэтому обнаруживаются в воздухе при концентрации до 2-10 мг/м³. Используются в качестве одорантов природного газа.

Оксиды азота (NO, N₂O, NO₂)- При горении природного газа в продуктах из соединений азота присутствуют оксид (NO) и диоксид азота. Оксиды азота при контакте с поверхностью легких преобразуются в азотистую (HNO₂) и азотную кислоту, которые в свою очередь поражают альвеолярную ткань. Отравление оксидами азота приводит к образованию в крови нитритов и нитратов, которые воздействуют на артерии, что приводит к расширению сосудов и снижению кровяного давления [10].

Оксид азота (NO) - бесцветный газ, без запаха, плохо растворимый в воде. Оксид азота - кровяной яд и оказывает прямое действие на центральную нервную систему.

Диоксид азота NO₂- красно-бурый газ с удушливым запахом. Диоксид азота воздействует на дыхательные ткани, разрушает их и препятствует правильной работе легких [7].

Бенз(а)пирен- наиболее распространенный в окружающей среде из канцерогенных полиароматических углеводородов [7]. Б(а)п может поступать в организм через кожу, органы дыхания, пищеварительный тракт и трансплацентарным путем [11].

Появление в атмосфере оксидов серы и азота приводит к образованию кислотных осадков (дождей, туманов, снега). Основными составляющими кислотных осадков являются слабые

растворы азотистой, азотной и серной кислот. Вследствие переноса оксидов серы и азота воздушными массами кислотные осадки могут выпадать на больших расстояниях от источников выбросов.

Вследствие наличия недостатков обозначенных методов утилизации попутного газа и проблем, возникающих при их реализации на тех или иных месторождениях, становится ясной актуальность проблемы переработки попутного газа [9].

Следует помнить, что попутный газ является ценным химическим сырьем и высокоэффективным органическим топливом, поэтому возможно два направления использования попутного газа: энергетическое и нефтехимическое [12]. В настоящее время все действия в отношении попутного газа главным образом регулируются Федеральным законом 31.03.1999 № 69-ФЗ «О газоснабжении в Российской Федерации», но юридически попутного газа не рассматривается в качестве отдельного полезного ископаемого [13-17]. Однако, несмотря на то, что законопроект «Об использовании попутного газа и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» находится на рассмотрении, в сфере регулирования уровня полезного использования ПНГ действует Постановление Правительства РФ от 8 января 2009 г. №7 «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного газа на факельных установках».

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808495-2-1.5.13.

Литература

1. Агаев Ф.Г., Асадов Х.Г. О возможности создания эффективности централизованной системы контроля сжигания попутного газа при морской нефтедобыче платформенным способом // Контроль. Диагностика. 2008. № 11. С.61-69.
2. Асадов Х.Г., Ибрагимов З.С. О точности глобального спутникового контроля объемов массового сжигания попутного газа в нефтяной промышленности // Авиакосмическое приборостроение. 2009. №2. С.28-32.
3. Гайдук И. Попутный газ пока не попутчик: Сжигание попутного газа грозит обернуться катастрофой // Рынок ценных бумаг. 2000. №15. С.32-35.
4. Книжников А.Ю., Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России: ежегодный обзор проблемы в рамках проекта «Экология и Энергетика. Международный контекст» / А.Ю. Книжников, Н.Н. Пусенкова. - М.: ИМЭМО РАН, 2009. - 28 с.
5. Вержичинская СВ., Дигуров Н.Г., Сеницин С.А. Химия и технология нефти и газа / - М.: ИД «ФОРУМ», 2009. - 400 с.
6. Бакулин В.Н., Брещенко Е.М., Дубовкин Н.Ф., Фаворский О.Н. Газовые топлива и их компоненты. Свойства, получение, применение, экология / М.: Издательский дом МЭИ, 2009. - 614 с.
7. Рябов В.Д. Химия нефти и газа - М.: ИД «ФОРУМ», 2009. - 336 с.
8. Курбанисмаилова А.С. Экологические аспекты сжигания попутного горючего газа на геотермальных скважинах // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. / Под ред. д.ф.-м.н. И.А. Керимова, д.г. н. В.А. Широковой. Т. 12. – Москва, 2022. С. 471-476.
9. Крюков В.А., Силкин В.Ю., Токарев А.Н., Шмат В.В. Как потушить факелы на российских нефтепромыслах: институциональный анализ условий комплексного использования углеводородов (на примере попутного нефтяного газа). / - Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2008. - 337 с.
10. Гриценко, А.И. Экология: нефть и газ / А.И. Гриценко, В.М. Максимов, Р.О. Самсонов, Г.С. Акопова. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2009. - 680 с.
11. Тетельмин В.В. Геоэкология углеводородов / В.В. Тетельмин, В.А. Язев. - Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2009. - 304 с.
12. Тетельмин, В.В. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе / В.В. Тетельмин, В.А. Язев. - Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2011. - 352 с.
13. Курбанисмаилова А.С., Селимов А.М. Методика извлечения попутных горючих газов из геотермальных вод с защитой оборудования от карбонатных отложений. Ахмедов Г.Я., Возобновляемая

энергетика: проблемы и перспективы: материалы VI Международной конференции.- Махачкала, 2020.- Вып. 8. С. 470-475.

14. *Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С.* О проблемах использования термоминеральных вод при утилизации попутных горючих газов. Геология и ресурсы Кавказа: труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН.- 2020.- № 1 (80). С.- 109-115.

15. *Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С.* О целесообразности получения водорода конверсией попутного метана на геотермальных скважинах Восточного Кавказа и Предкавказья // International Scientific Journal Life and Ecology. 2016. № 1-2 (5-6). С. 80-81.

16. *Ахмедов Г.Я., Курбанисмаилова А.С.* Эксплуатация энергетического оборудования при утилизации попутных с геотермальной водой горючих газов // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2017. Т. 44. № 3. С. 48-60.

17. *Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Сулейманов В.К., Гусейнова А.Ш., Курбанисмаилова А.С., Абдулганиева Т.И., Мамаев А.С.* Гидрогеолого-математическая модель формирования и управления ресурсами и качеством пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2018. № 2 (73). С. 62-71.

УДК 550.4

DOI: 10.33580/2541-9684-2022-89-2-63-67

ЧИСЛЕННАЯ ОЦЕНКА СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ БАЛОК ГОРЫ ДЖАЛГАН

*Сулейманов В.К., Идрисов И.А., Черкашин В.И., Мамаев А.С.
Институт геологии ДФИЦ РАН*

Проведен расчет потенциальной селевой опасности шести балок горы Джалган в пределах г. Дербент. Объектом исследования являются балки восточного склона горы Джалган. Расчет проведен по утвержденным нормативам в практике инженерно-геологических исследований. Актуальность работы определяется периодическим развитием селевых явлений на балках с затоплением различных частей города Дербента с перекрытием коммуникаций, наиболее активно проходящих в осенний период. Катастрофическим по последствиям были селевые потоки 2012 года. Которые в створе балки 2 привели к жертвам среди населения города. Приводятся характеристики селевых балок и расчетных параметров селевых потоков. Даны основные выводы по полученным показателям.

Ключевые слова: сель, балка, морфометрические показатели, Кавказ, Дербент.

NUMERICAL ASSESSMENT OF THE MUDFLOW HAZARD OF THE JALGAN MOUNTAIN BELKS

*Suleimanov V.K., Idrisov I.A., Mamaev A.S.
Institute of Geology DFRC RAS*

The calculation of the potential mudflow hazard of six beams of the Dzhalgan mountain within the city of Derbent was carried out. The object of the study is the beams of the eastern slope of Mount Dzhalgan. The calculation was carried out according to the approved standards in the practice of engineering and geological research. The relevance of the work is determined by the periodic development of mudflows on the beams with flooding of various parts of the city of Derbent with the overlap of communications that are most active in the autumn period. The mudflows of 2012 were catastrophic in terms of consequences. Which in the alignment of beam 2 led to casualties among the population of the city. The characteristics of mudflow beams and design parameters of mudflows are given. The main conclusions on the received indicators are given.

Key words: mudflow, beam, morphometric indicators, Caucasus, Derbent.

Селевые потоки – сложные и опасные геологические процессы, возникновение и формирование которых определяется суммой факторов природного и антропогенного характера, которые разделяются три группы: климато-ландшафтную, геолого-геоморфологическую и антропогенную[1]. Селевые процессы отличаются кратковременностью фактически мгновенным характером развития, но крайне специфическим и длительным подготовительным периодом. Также селевые процессы отличает резкая неравномерность как по времени так и по амплитуде интенсивности. В условиях недостаточной базы наблюдений фактически любой селеопасный участок обладает потенциалом развития экстремальных по значению селевых процессов. Эта особенность, с учетом потенциально длительного периода отсутствия селевых явления на конкретном участке приводит к фактически неизбежному социально-экономическому ущербу на участках развития селевых явлений. При этом практика предупреждения подобной опасности, в частности реализованная против грандиозных селей на территории бывшего СССР, в частности в окрестностях гор. Алма-Ата, а также многочисленные примеры снижения селевой угрозы в различных горных регионах Европы показывает, что при рациональном подходе и учете особенностей селевых процессов негативный эффект их развития можно свести к минимуму. Соответственно при отсутствии предупреждения селевой угрозы и снижения потенциального ущерба даже небольшие селевые явления могут приводить к грандиозному ущербу и многочисленным жертвам.

Являясь одним из наиболее опасных экзогенных процессов, селевые явления широко известны для горных регионов Кавказа. При этом наиболее исследованы территории центрального Кавказа, по которым имеется обширная литература [7, 8, 9 и др.]. Для Дагестана, в частности, подобные исследования ограничены. Однако, реальные природные условия региона, в частности, повсеместное развитие терригенных осадочных пород, значительное эрозионное расчленение, минимальная площадь лесов и высокая

степень антропогенного освоения горных территорий обуславливают то, что в регионе интенсивность селевых процессов и ущерб от них никак не меньше, чем в других частях Кавказа. При этом специфика грандиозных по объемам селевых явлений высокогорной зоны Кавказа [8] во многом обуславливает незначительное внимание к селевой опасности на несколько порядков меньших объектов предгорной зоны или даже примыкающих низменностей. В работе [9] селеопасные долины в Дагестане показаны только в горной зоне, соответственно для склонов горы Джалган данных о селевой опасности не приводится, хотя эти участки отличаются несравнимо большим антропогенным освоением и развитие селевых потоков здесь приводит к масштабному ущербу.

Объект исследования представлен 6 крупными сухими долами (балками) (рис. 1) на восточном склоне горы Джалган.

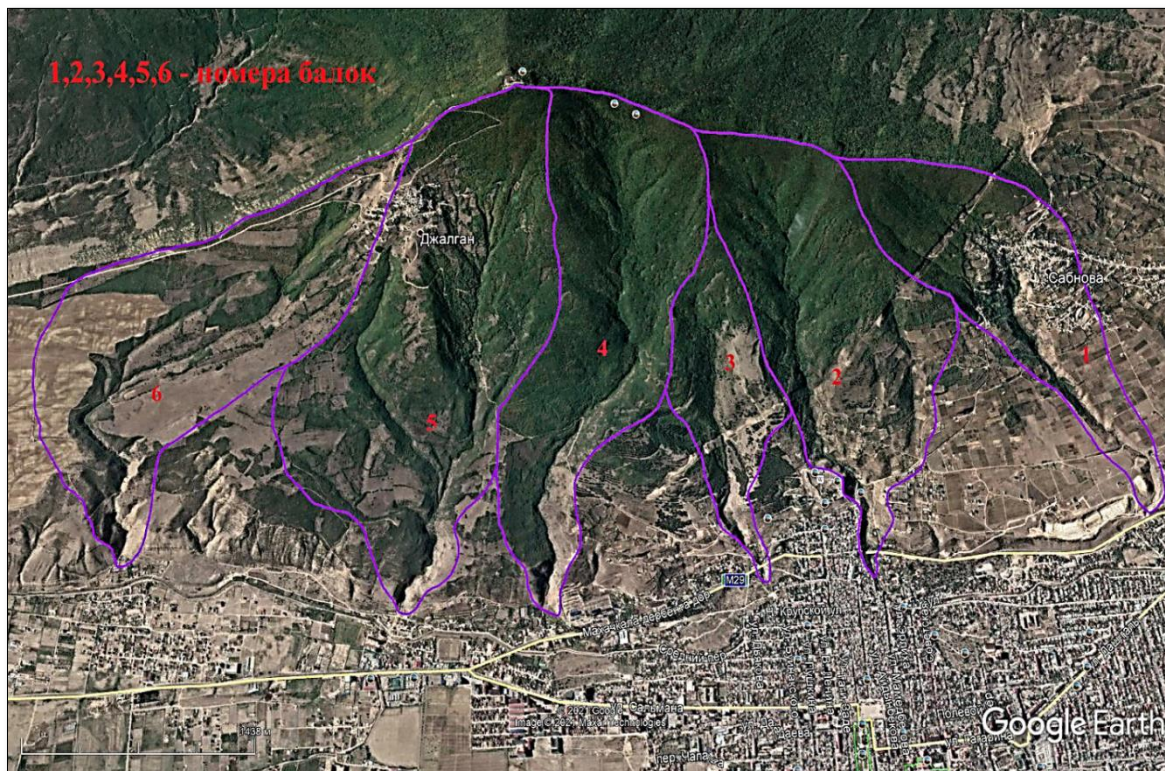


Рис.1. Бассейны селевых балок горы Джалган. Вид с востока.

Геолого-географическая характеристика балок, анализ геологического строения, геоморфологии склонов и отложений, метеоданных и селеопасного периода, факторы селеформирования и причины возникновения селя 2012г рассмотрены в статье [2], где на основе анализа даны рекомендации по минимизации ущерба от селевых процессов. Отдельные материалы инженерно-геологических расчетов приведены в работе [3].

Селевые бассейны горы Джалган по особенностям гидрографического строения можно классифицировать как простые с одним сухим руслом, но с элементами осложнения, включающими, кроме главного русла мелкие и временные притоки, а по классу - к склоновым. Формирование селевых потоков здесь происходит в селевых водосборах, представленных различными стокообразующими поверхностями и отличающимися по покрытию их растительностью. По морфометрическому расположению область зарождения селей входит в Юго-восточный предгорный район Дагестана и по абсолютной высоте селевые балки можно отнести к низкогорным.

По типу зарождения селей – эрозионный, характерный для селей ливневого генезиса [1]. В последнее время к естественным причинам формирования селей добавились и антропогенные факторы [2].

В зависимости от механизма возникновения- дождевые, где жидкие осадки (ливни, продолжительные дожди) являются решающим фактором их формирования. Селевые потоки формируются за счет размыва склоновых отложений и скоплений обломочного материала в русле балок.

По составу твердой составляющей, плотности, особенностям движения-водокаменные с низкой плотностью, состоящими преимущественно из воды, обломочного материала и селевой суспензии, которая складывается из глинистых частиц и песка слабосцементированных коренных песчаников. Преобладающим является водная составляющая и перенос обломочных масс происходит за счет транспортирующей способности воды.

По модели движения относятся к категории несвязных, с большой скоростью передвижения. Большое количество воды выступает в качестве связующего элемента. Поток в основном следует изгибам русла балок. В условиях местного рельефа, возникающие во время ливней водные потоки на склонах, обладают высокой транспортирующей способностью.

Следует отметить, что практически на всем простираении русла всех балок сложены грубо-обломочным материалом. Исключение - участки прохождения балок по скалам [2]. В условиях горы Джалган ярко проявляется утверждение, что «доминирующую роль в селевом процессе играют геологические факторы селеобразования» [6].

Для оценки степени селевой активности (селеопасности) одними из важных показателей служат их повторяемость и объем единовременного селевого выноса. Селевая активность [4] определяется по формуле:

$$P = \frac{\sum W}{T},$$

где $\sum W$ – суммарный объем селевых выносов по бассейну за определенный период времени;

T – число лет наблюдений за определенный период.

В связи с отсутствием длительного и непрерывного ряда данных применение данной формулы для получения значений W по селевым балкам горы Джалган сопряжено с трудностями.

Существующие в литературе критерии селеопасности территории основаны на оценке фактического объема единовременного выноса селевого материала, который зависит от площади селевого бассейна, генетического типа и состава пород.

В зависимости от значений W в [1] селевые потоки разделяются на семь групп: сверхмелкие – $< 0,1$ тыс. м³; очень мелкие – $0,1 - 1$ тыс. м³; мелкие $1 - 5$ тыс. м³; средние $5 - 50$ тыс. м³; крупные $50 - 500$ тыс. м³; очень крупные $500 - 100000$ тыс. м³; гигантские > 10000 тыс. м³.

В результате схода селей случаются и трагедии, связанные с гибелью людей. Так водокаменные потоки балки 2, образовавшиеся в результате интенсивных дождей, выпавших в октябре 2012 г. привели к гибели 7 человек. Водокаменный поток прошел по 8 улицам и затопил более 300 домов, разрушил часть стены крепости Нарын-Кала. К сожалению параметры потока не фиксировались, а определялись лишь «на глаз».

Дефицит информации факторов влияющих на образование селевых потоков в предшествующий период и отсутствие мониторинга этих процессов усложняет прогнозирование и предупреждение селей и катастрофических паводков.

В этой связи численная оценка потенциальной селевой опасности, включающий расчет параметров селевых потоков нормативной обеспеченности для оценки степени селеопасности балок и проектирования селезадерживающих и пропускающих инженерных сооружений, становится актуальным.

Для этого использовались морфометрические показатели селевых балок, определенные с помощью программы ArcGIS 10.4.1 по цифровой модели рельефа масштаба 1:100 000, а также уточнялись при проведении полевых исследований. Морфометрическими показателями селевого бассейна по [1] являются: площадь, длина водотока и средний уклон водотока (таблица 1). В

таблице также приведены исходные данные для расчета численных параметров селевых потоков по балкам и их основные расчетные характеристики (ход расчета опускается).

Таблица 1

Морфометрические характеристики и исходные данные для расчета

Характеристики	Балки					
	1	2	3	4	5	6
L- длина водотока, км	2,53	3,19	2,19	3,86	3,60	4,01
I _p - средневзвешенный уклон русла, ‰.	192	174	190	162	178	128
A – площадь водосбора км ² .	1,81	2,51	1,02	2,47	3,68	2,79
H – абсолютные высоты, м	582-53	621-67	507-79	682-46	700-46	604-45
Превышение высот h, м	529	554	428	636	654	559
Ф _p - гидроморфометрическая характеристика русла балки	37,50	44,20	37,70	95,50	47,00	56,70
m _p - гидравлический параметр, характеризующий состояние русла водотока	10	10	10	10	10	10
m - параметр, характеризующий шероховатость русла	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143
φ – сборный коэффициент стока	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
H _{1%} - максимальный суточный слой осадков P=1 %, мм	165	165	165	165	165	165
δ – коэффициент, учитывающий влияние водохранилищ, озер	1	1	1	1	1	1
λ _{1%} - переходный коэффициент от максимальных срочных расходов воды ежегодной вероятности превышения P=1% к максимальным расходам воды другой вероятности.	1	1	1	1	1	1
τ _{ск} – время склонового добегаания	0,28	0,36	0,24	0,44	0,41	0,49
q ¹ _{1%} - относительный модуль максимального дождевого стока вероятностью превышения P=1%	0,092	0,073	0,094	0,030	0,065	0,052
Расчетные характеристики						
Коэффициент селеактивности	0,097	0,094	0,096	0,092	0,095	0,086
Максимальный расход селевого паводка Q _{ср} м ³ /с	55,73	63,08	33,08	54,29	70,42	48,25
Объем селевого паводка W _{ср} тыс. м ³	60,7	89,5	31,1	95,2	141,5	120,5
Средняя скорость течения селевого потока V _{ср} м/с	0,72	1,23	0,72	1,01	0,95	0,87
Объемный вес селевой массы γ _c т/м ³	1,45	1,42	1,43	1,4	1,42	1,42

Исходные данные определялись в соответствии с требованиями нормативных документов [4, 5].

Морфометрические характеристики и исходные данные использовались для расчета численных параметров дождевых селей по балкам, которыми являются: максимальный расход, скорость движения, объем, плотность.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что по объему максимального единовременного выноса балки 1,2,3,4 находятся в границах категории средние, балки 5 и 6 в границах - крупные, располагаясь чуть выше нижней границы. По селеопасности к средней категории относятся балки 1,2,4,5,6; к низкой - балка 3, хотя по кадастру селевой опасности [9] этот район не отмечен как селеопасный.

Целью настоящей статьи являлось определение расчетных характеристик селевых потоков в балках горы Джалган для численной оценки их потенциальной селевой опасности, повышения информационного обеспечения лиц, принимающих решение о селевой опасности данной территории и прогнозу развития чрезвычайных ситуаций.

Малая площадь балок способствует единовременному охвату ливнем всей водосборной площади, что в свою очередь повышает модуль стока в короткие промежутки времени и приводит к формированию максимальных расходов воды и паводков.

Интенсивность и слой выпавших осадков, а также величина предшествующего увлажнения бассейна являются основными факторами, определяющими величину максимального расхода воды и объема паводкового стока.

Также формированию бурных паводков способствуют значительные уклоны склонов и русел балок. Подъем уровней происходит интенсивно, а при выдающихся ливнях в течение нескольких десятков минут, спад замедленный и растянут в зависимости от величины паводка.

Следует отметить, что все исследованные балки при выходе на равнину формируют мощные комплексы селевых отложений. Также установлено что в течение тысяч лет существования Дербента селевые потоки и их отложения в значительной степени участвовали в формировании многометровых пачек отложений в пределах современной городской застройки. Наиболее масштабно селевые процессы проявляются вероятно в периоды интенсификации антропогенного воздействия на гору Джалган.

Выводы. Все исследованные балки обладают потенциалом развития селевых процессов. Балки отличаются различной степенью селевой опасности. Численное значение объемов рассчитанных селевых паводков в разных балках меняется от 31 до 141 тыс.м³. Численным значением расхода селевого потока для разных балок также меняется в более узких пределах от 33 до 70 м³/сек. По интенсивности расхода особо выделяются балки 1 и 2, для которых также характерно максимальная антропогенная деградация и разрушение почвенно-растительного покрова.

Несмотря на общую схожесть геолого-геоморфологического строения, балки существенно отличаются по своим природным особенностям, а также по степени антропогенного воздействия и, соответственно, различны рассчитанные параметры селей в них, как и их природно-антропогенная специфика. В этой связи и мероприятия по снижению селевой опасности должны быть индивидуальными для каждой балки.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808495-2-1.5.13.

Литература

1. Перов В.Ф. Селеведение. Учебное пособие. М., Географический факультет МГУ. 2012 г. 272с.
2. Идрисов И.А., Сулейманов В.К., Черкашин В.И. Опасные геологические (природные) процессы в районе г. Дербент (причина и следствие). Труды института геологии ДНЦ РАН. 2020. №4. С. 90-99.
3. Сулейманов В.К., Идрисов И.А. Расчетные параметры селевых потоков балок горы Джалган в пределах города Дербент // В кн.Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Том XII / Под ред. И.А. Керимова, В. А. Широковой. М.: ИИЕТ РАН, 2022. С.561-566.
4. СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик», Госстрой России, М., 2004.
5. ВСН 03-76 «Инструкция по определению расчетных характеристик дождевых селей». М., 1976.
6. Казаков Н.А. К вопросу о расчете селевых расходов и высших селевых горизонтов 1% и 5% обеспеченностей // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2019. Т. 1. № 2. С. 296-301.
7. Марченко П.Е., Джаппуев Д.Р. Численные интегральные оценки высокой степени детализации селевой опасности для отдельных высокогорных населенных пунктов Кабардино-Балкарии на основе геоинформационной методологии // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2018. Т. 3. № 2 (10). С. 90-95.
8. Запороженко Э.В., Каменев Н.С. Гляциологический фактор активизации селевых процессов на северном склоне Центрального Кавказа в начале XXI в // Лёд и снег. 2011. № 1 (113). С. 131-136.
9. Кондратьева Н.В., Аджиев А.Х., Беккиев М.Ю., Гедуева М.М., Перов В.Ф., Разумов В.В., Сейнова И.Б., Хучунаева Л.В. Кадастр селевой опасности юга Европейской части России // В сборнике: Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Материалы IV Международной конференции. 2016. С. 101-106.

УДК 551.24

DOI: 10.33580/2541-9684-2022-89-2-68-71

СИЛЬНЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ XX ВЕКА И СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ БЛОКОВ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

Магомедов Р.А.

Институт геологии ДФИЦ РАН

Проведен совместный анализ пространственного распределения сильных землетрясений XX века и сейсмотектонического потенциала блоков северо-восточного сегмента Восточного Кавказа. По результатам проведенных исследований выявлено что, потенциальные зоны ожидания возможных очагов сильных землетрясений в исторической перспективе локализованы в блоках с высоким сейсмотектоническим потенциалом и пространственно тяготеют к эпицентрам сильных землетрясений.

Ключевые слова: сильные землетрясения, сейсмотектонический потенциал, сейсмичность, сейсмическая опасность, сейсмическая активность, сейсмотектоника, зона возможных очагов землетрясений.

STRONG EARTHQUAKES OF THE XX CENTURY AND SEISMOTECTONIC POTENTIAL OF EAST CAUCASUS BLOCKS

Magomedov R.A.

Institute of Geology of the Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

A joint analysis of the spatial distribution of strong earthquakes of the XX century and the seismotectonic potential of the blocks of the northeastern segment of the Eastern Caucasus was carried out. According to the results of the conducted studies, it was revealed that potential waiting areas for possible foci of strong earthquakes in the historical perspective are localized in blocks with high seismotectonic potential and spatially gravitate to the epicenters of strong earthquakes.

Keywords: strong earthquakes, seismotectonic potential, seismicity, seismic hazard, seismic activity, seismotectonics, zone of possible earthquake foci.

Введение. В настоящей работе сделана попытка совместного анализа пространственного распределения сильных землетрясений XX века и сейсмотектонического потенциала [3] северо-восточного сегмента Восточного Кавказа с целью выявления зон ожидания возможных очагов сильных землетрясений (зон ВОЗ) в исторической перспективе и установления связи между первыми. Полученные результаты могут быть использованы для оценки степени сейсмической опасности в регионе.

Материал и методы. В результате проведенного анализа сводного каталога землетрясений Единой геофизической службы РАН (ЕГС РАН) и ее Дагестанского отделения [6] (табл. 1) и изучения исторических сведений [1-6 и др.] построена карта эпицентров сильных землетрясений (с магнитудами более 5.5) северо-восточного сегмента Восточного Кавказа (рис. 1). Наложив ее на карты разломно-блоковой тектоники и сейсмотектонического потенциала, представляется возможность предварительного выделения зон ВОЗ. Таким способом получается карта прогнозных зон возникновения землетрясений.

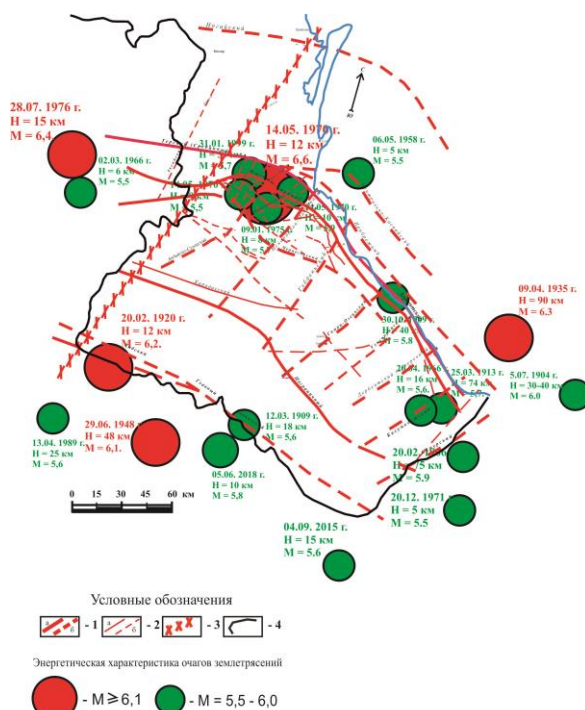
Результаты и обсуждение. Распределение эпицентров сильных землетрясений с $M \geq 5,5$ в северо-восточном сегменте Восточного Кавказа строилось по 18 сейсмическим событиям сводного каталога землетрясений ЕГС РАН и каталога землетрясений ее Дагестанского отделения (табл. 1). На рисунке отчетливо выделяется зона современной активности – современная Дагестанская зона ВОЗ. Анализ современной активности показывает, что за последние 100 лет самой активной являлась современная Дагестанская зона ВОЗ, в пределах которого произошли Дагестанское землетрясение 14.05.1970 г. (8-9 баллов), Салатауское - 23.12.1974 г. (7 баллов), Буйнакское - 9.01.1975 г. с силой в эпицентре равной 8 баллам, Кумторкалинские - (31.01. с силой в 7 баллов и 21.02., 14.04.1999 г.) и др.

Таблица 1

Сильные землетрясения с начала XX века ($M \geq 5.5$)

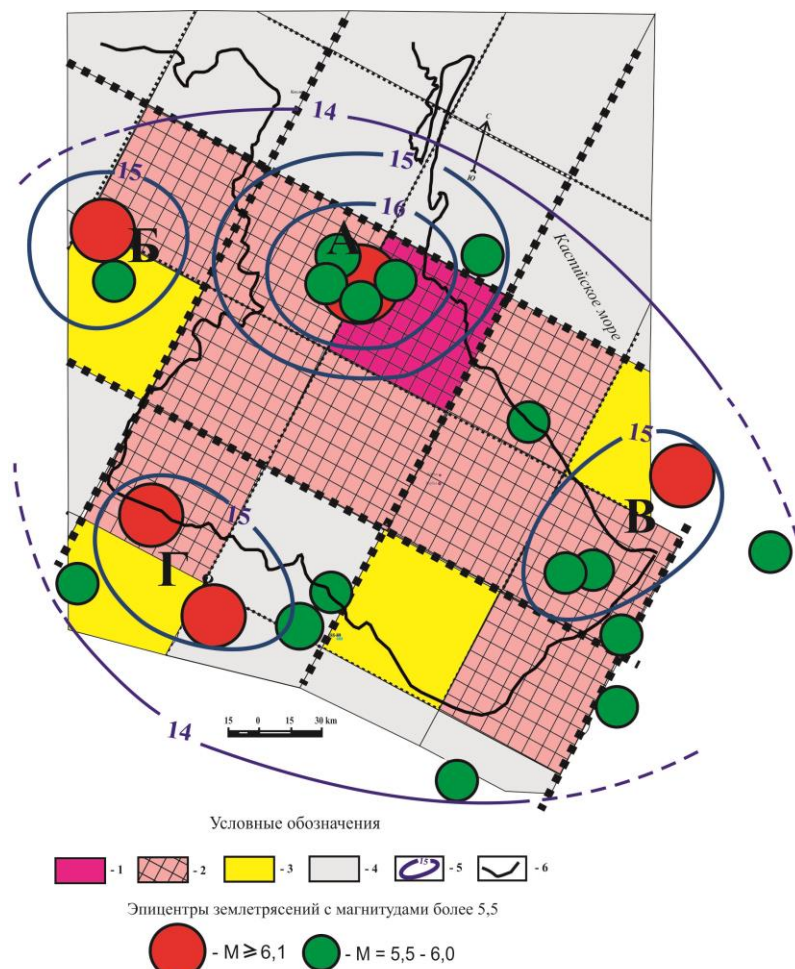
№ п/п	Дата (число. месяц, год)	Время ч.м.с.	Координаты эпицентра		Глубина очага H , км	Магнитуда	Энергетический класс, K	Интенсивность
			$\varphi^{0.1}$	$\lambda^{0.1}$				
1.	20.02. 1906	20:54	41.50	48.40	75	5.9	15.0	6
2.	30.10. 1909	17:36:39	42.40	48.00	40	5.8	14.4	6
3.	25.03. 1913	14:03:56	41.80	48.30	74	5.7	14.3	7
4.	20.02. 1920	:	42.00	46.00	12	6.2	15.0	
5.	09.04. 1935	19:59:41	42.10	48.80	90	6.3	15.2	6-7
6.	29.06. 1948	16:06:29	41.60	46.40	48	6.1	15.0	7
7.	06.05. 1958	04:15:45	43.14	47.77	5	5.5	13.9	8
8.	20.04. 1966	16:42:02	41.79	48.15	16	5.6	14.0	8
9.	14.05. 1970	18:12:24	43.00	47.10	12	6.6	16.0	8-9
10.	14.05	18:15:01	43.00	46.90	9	5.5	13.5	8
11.	14.05	18:15:16	43.02	47.28	10	5.9	15.0	
12.	20.12. 1971	01:29:14	41.23	48.38	5	5.5	13.0	7
13.	09.01. 1975	23:09:43	42.90	47.12	8	5.7	14.0	8
14.	28.07. 1976	20:17:43	43.17	45.60	15	6.4	15.0	8 Ч.
15.	13.04. 1989	07:49:20	41.68	45.62	25	5.6	13.3	
16.	31.01. 1999	05:07:10	43.12	46.97	33	5.7	14.3	7
17.	04.09. 2015	04:49:35	40.98	47.60	15	5.6	14.0	
18.	05.06. 2018	18:40:26	41.57	46.86	10	5.8	14.5	

Примечание: до 1966 г. значения магнитуды – оценочные, с применением макросейсмических данных и исторической летописи



1 – глубинные разломы фундамента (а – достоверные, б – предполагаемые). 2 – разломы и деструктивные зоны осадочного чехла (а – достоверные, б – предполагаемые). 3 – Аграхано-Тбилиско-Левантийская левосдвиговая зона первого порядка. 4 – граница республики Дагестан.

Рис. 1. Карта эпицентров сильных землетрясений северо-восточного сегмента Восточного Кавказа с начала XX века



1 - блок, имеющий наибольший сейсмотектонический потенциал (4.05) и современную активность, 2 - потенциальные зоны ожидания возможных очагов сильных землетрясений, имеющие суммарные значения сейсмотектонического потенциала в пределах от 2.5 до 4.05, 3 - блоки, имеющие критический (превышающий 50 % барьер) сейсмотектонический потенциал, 4 - прочие блоки, имеющие сейсмотектонический потенциал ниже критического, 5 - изолинии K_{max} (где K - энергетический класс землетрясений), 6 - граница республики Дагестан [3].

Зоны ВОЗ: А - Современная Дагестанская, Б - Чеченская, В - Дербентская, Г - Грузинская.

Рис. 2. Выделение предварительных зон ВОЗ в северо-восточном сегменте Восточного Кавказа.

Наложив построенную карту (рис. 1) на карту сейсмотектонического потенциала и с учетом максимальной наблюдаемой магнитуды, представляется возможность выделения предварительных зон ВОЗ в северо-восточном сегменте Восточного Кавказа (рис. 2).

Заключение. В результате проведенных исследований выявлена современная Дагестанская зона ВОЗ. Учитывая, что эта зона являлась и исторически активным, следует ожидать здесь сильных сейсмических событий со «сдвиговым» механизмом очага, как в смежных с ней зонах - а именно, на стыке Капчугайского грабена и Талгинского блока по Искандерон-Махачкалинскому глубинному разлому, так и на стыке Губденского и Гамри-Озенского блоков по одноименным глубинным разломам. На следующем этапе изучения следует привлечь дополнительные методы исследования для детального оконтуривания зон ВОЗ. С этой целью, очевидно, необходимо проведение дробного деления квазиоднородных геодинамических блоков земной коры с привлечением дополнительного геолого-геофизического материала и последующим углубленным их изучением.

Предварительно выделенные потенциальные зоны ВОЗ в уточненном варианте, могут послужить основанием для постановки дополнительных геофизических и GPS (ГЛОНАСС)-наблюдений, а также геодеформационных наблюдений (совместно с наблюдением за ГГД-

полям) в режиме мониторинга. Применение дополнительных геолого-геофизических методов позволит уточнить предварительно выделенные потенциальные зоны ВОЗ, оценить максимально возможные магнитуды и снизить риск экологических последствий современной сейсмичности.

Проведенные исследования позволят сделать обоснованный выбор объектов и методов эффективных управляющих воздействий на геологические системы с целью минимизировать негативные последствия от воздействия потенциальных катастрофических геологических процессов природного характера и обеспечат рациональное использование природных ресурсов в условиях повышенной геодинамической и сейсмической активности.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808491-6-1.5.

Литература

1. Левкович Р.А., Магомедов А.М., Асманов О.А. К сейсмическому районированию Дагестанской АССР // Сейсмический режим территории Дагестана. Сб. Ин-та геологии Даг. ФАН СССР. № 1. 1977. Тип. Даг. фил. АН СССР. Махачкала, 1977. С. 31-40.
2. Магомедов Р.А. Особенности связи между пространственно-временным распределением сейсмичности, уровнем геодинамического потенциала блоков земной коры и разломно-блоковой тектоникой Восточного Кавказа. Геология и геофизика Юга России. 2021. 11 (1): 69 – 80. DOI: 10.46698/VNC.2021.72.56.006.
3. Магомедов Р.А., Мусаев М.А. Оценка сейсмотектонического потенциала блоков Восточного Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2021. 11 (4): с. 43-57. DOI: 10.46698/VNC.2021.71.60.004.]
4. Мусаев М.А. Пространственно-временные вариации распределения сейсмичности на территории Дагестана с сопредельными территориями за 2006 – 2019 гг. // Тр. Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2020. № 1 (80). С. 70–76. DOI: 10.33580/2541-9684-2020-64-1-70-76.
5. Рейснер Г.И. и др. Типизация земной коры и сейсмический потенциал Сахалина // Вулканология и сейсмология. - 1998. - № 4-5.-С. 103-111.
6. Сводный каталог землетрясений Единой геофизической службы РАН и ее Дагестанского отделения www.dbgsras.ru

УДК 550.837

DOI: 10.33580/2541-9684-2022-89-2-72-77

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКА ПОДЗЕМНОЙ ВОДЫ В ГОРНЫХ
И ВЫСОКОГОРНЫХ РАЙОНАХ В ДАГЕСТАНЕ*Идармачев¹ Ш.Г., Марченко² М.Н.*¹*Институт геологии ДФИЦ РАН,*²*МГУ им. М.Ю. Ломоносова*

Рассмотрены результаты полевых измерений разности электрических потенциалов горных пород методом естественного поля на склонах высокогорных населенных пунктов целью обеспечения их водой. Установлено, что данный метод является наиболее эффективным для определения места движения подземных вод на крутых склонах 25° и выше. Полевые измерения проводились для двух высокогорных населенных пунктов в Дагестане. Получены отрицательные аномалии полей, связанные с поглощением воды трещинными зонами, а положительные аномалии совпадают с местами разгрузки вод – родниками. Амплитуды аномалий, связанные с движением подземных вод достигают первые милливольты на метр.

Ключевые слова: коэффициент фильтрации воды, разность электрических потенциалов, метод естественного поля, диаграмма азимутальных измерений естественного поля, кажущееся сопротивление, вертикальное электрическое зондирование, профильные съемки.

RESULTS OF UNDERGROUND WATER SEARCH IN MOUNTAINOUS
AND HIGH-ALTITUDE AREAS IN DAGESTAN*Idarmachev¹ Sh.G., Marchenko² M.N.*¹*Institute of Geology of Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,*²*Lomonosov Moscow State University*

The results of field measurements of the difference in electrical potentials of rocks by the natural field method on the slopes of high-altitude settlements in order to provide them with water are considered. It has been established that this method is the most effective for determining the location of groundwater movement on steep slopes of 25° and above. Field measurements were carried out for two high-altitude settlements in Dagestan. Negative anomalies of fields associated with water absorption by crack zones were obtained, and positive anomalies coincide with the places of discharge of water – springs. The amplitudes of anomalies associated with the movement of groundwater reach the first millivolts per meter.

Keywords: water filtration coefficient, electric potential difference, natural field method, diagram of azimuthal measurements of natural field, apparent resistance, vertical electrical sensing, profile surveys

Глобальное потепление климата привело к уменьшению воды и засухе на Юге России. Общая динамика такого процесса носит негативный характер. Из года в год понижается уровень грунтовых вод – глубина их увеличивается. Все это осложняет эксплуатацию подземных вод. Дефицит осадков в горной части Кавказа привел также к снижению дебитов родников, а в отдельных районах их исчезновению. Данное обстоятельство требует поисков новых источников воды на горных склонах, в оврагах, пересохших руслах рек. Определить наличие воды в руслах рек или на плоскости не представляет большого труда. Геофизические методы позволяют довольно точно определить местонахождение уровня подземных вод, а вопрос водоотдачи определяется составом грунтовых отложений. Песчаные, песчано-галечниковые пласты являются наиболее предпочтительными с точки зрения способности их водоотдачи. Совсем другое дело поиск подземного источника воды в высокогорных условиях. Для этого необходимо использовать отдельные виды геофизической разведки, позволяющие определить наличие движения воды, не проявляющиеся на дневной поверхности, а фильтрующиеся по покровным отложениям по границе водоупора из скальных пород. Среди них особое место занимает метод естественного поля, основанный на изучении электрических полей локального характера [Якубовский, 1980].

Происхождение этих полей связано с физико-химическими процессами, в которых участвуют некоторые геологические образования, а также с электрокинетическими явлениями в многофазных средах, каковыми являются горные породы. Этот метод в различных модификациях применяется для поисков рудных месторождений, например, полевые исследования показали, что относительные изменения скачка потенциала на контакте сульфидных залежей с вмещающими породами достигают несколько сотен милливольт [Сейфулин, 1983; Колмоков и др., 2008].

Другим источником естественных электрических полей являются электрокинетические процессы, связанные с фильтрацией подземных вод через поры горных пород [Семенов, 1980]. В горных условиях на крутых склонах для песчаных и гравийных пород коэффициент фильтрации воды может достигать 1000–8000 м/сут [Freeze, Cherry, 1979], при этом, в отдельных случаях, аномалии электрических потенциалов могут составлять 1200–2800 мВ [Sato, Mooney, 1960; Gay, 1967; Vagshal, Belyaev, 2001; Столов, 2004; Оськин и др., 1971]. Эти данные показывают, что в высокогорных районах метод естественного поля может стать эффективным способом поиска фильтрационных потоков подземной воды и скрытых родников.

Методика исследований

Электрокинетические процессы, сопутствующие фильтрации подземных вод, вызывают возникновение электрических полей [Семенов, 1980; Якубовский, 1980]. Внутри капилляра горной породы возникает электрический ток, направленный против механического перемещения зарядов жидкости, в результате чего возникает электрическое поле, которое определяется следующим выражением [Шевнин и др., 2015]

$$E = \frac{8\varepsilon\xi\rho}{R^2} \cdot K \cdot \frac{\Delta P}{\Delta x} \quad (1)$$

где ε – диэлектрическая постоянная жидкости; ξ – дзета потенциал; ρ – удельное электрическое сопротивление воды; R – эффективный радиус капилляров; K – коэффициент фильтрации; $\Delta P/\Delta x$ – градиент давления. Таким образом, электрическое поле фильтрации зависит от четырех параметров: удельного сопротивления воды; эффективного радиуса капилляров; коэффициента фильтрации и наклона рельефа. Также отмечается тесная связь фильтрационных потенциалов с электрическим сопротивлением горных пород [Boleve, Revil, 2009; Шевнин и др., 2014].

По данным полевых исследований [Семенов, 1980] электрическое поле, вызванное фильтрацией воды в природе составляют 0,1–1,0 мВ/м. При обильных дождях в редких случаях могут достигать до 10 мВ/м.

Методика съемок естественного электрического поля по выбранному профилю на местности заключается в том, что потенциал всех точек исследуемого профиля измеряют относительно одной точки, принятого за начальную, как базисную точку, на котором устанавливают один из электродов. Данный электрод в процессе измерений оставляют на исходной точке неподвижным. Другой подвижный электрод перемещается по профилю с определенным шагом. Оба электрода подключаются к цифровому милливольтметру постоянного тока с помощью специальных электрических проводов типа ПВР (телефонный) сталебронными жилами. Для подключения подвижного электрода используется катушка с проводом. Измерения производятся специальными неполяризуемыми электродами марки ВИРГ, контактирующие с землей через насыщенный раствор медного купороса, заключенного в пористом керамическом сосуде. Предварительно перед установкой электродов в грунте устраивают лунки с водой. Шаг измерений равен 5 м.

Измерения ЕП проводились в Дагестане двух различных пунктах: в горном селе Дуранги и высокогорном – Шулани.

Для населенного пункта Дуранги график ЕП по профилю, проложенному на территории высохшего родника, показан на рис. 1. В общем плане на графике ЕП видно повышение отрицательной аномалии с удалением от базовой точки до 100 м по профилю. Максимум отрицательной

аномалии амплитудой 35 мВ совпадает с местом расположения родника. Отрицательная аномалия показывает преобладание в данном месте процесса оттока воды над ее притоком, т.е. выносом положительно заряженных ионов воды. По всей вероятности наличие родника было обусловлено трещинными водами. Достаточное количество дебита воды обеспечивало ее выход на поверхность в месте расположения родника.

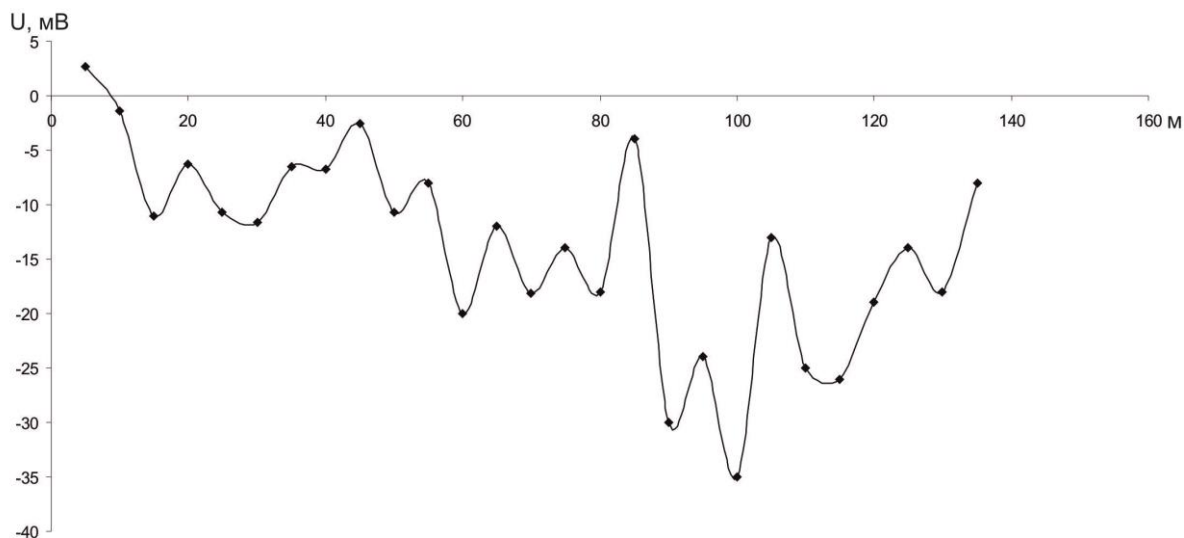


Рис. 1. График ЕП для селения Дуранги

Для изучения геоэлектрического разреза пород данного места в отдельных пунктах профиля ЕП были проведены измерения методом вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) на разносах питающих линий, достигающих 130 м, что обеспечивало глубину зондирования пластов до 25–30 м. Первой была выбрана базовая точка, вторая и третья – на расстояниях 50 м и 100 м от базовой. Данные удельного сопротивления ρ (Ом·м), мощности каждого пласта h (м) и суммарной мощности пластов d (м) для геоэлектрических разрезов приведены в таблице 1. Для обработки данных использовалась программа IPI2WIN, разработанная в МГУ.

Таблица 1.

Данные удельного электрического сопротивления слоев, мощности пласта, мощности пластов

№1 (базовая точка)	ρ , Ом·м	h , м	d , м	№2 (50м)	ρ , Ом·м	h , м	d , м	№3 (100м)	ρ , Ом·м	h , м	d , м
1	41	1,8	1,8	1	2,5	19	19	1	25	2	2
2	19	10,7	12,5	2	25	32	51	2	12	3	5
3	45	20	32,5	3				3	78	7,5	12,5
4	5	∞		4				4	8,5	∞	

Анализ данных показывает, что геоэлектрические параметры разрезов согласуются друг с другом и не отображают горизонтальное или субгоризонтальное залегание пластов. Они характеризуют наличие в пластах трещиноватых зон, пересекающих исследуемый профиль. Обращает на себя внимание низкое значение удельного сопротивления 4 слоя для точек №1 и №3. Величины удельного сопротивления 5,0–8,5 Ом·м соответствуют коренным породам глинистого состава. Они являются водоупором для подземных вод, при этом данный слой наиболее близко к поверхности залегает на точке № 3, как раз в районе пересохшего родника на глубине 12 м. В точке № 1 глубина его залегания составляет 32 м.

Таким образом, наличие трещиноватых пород в точке № 3, а также максимальная отрицательная аномалия ЕП в данном месте, обусловленная течением или фильтрацией воды, позволяет предполагать наличие здесь подземной воды. Эти данные могут являться основанием для бурения в нескольких местах не глубоких скважин до 7 м.

Измерения ЕП в районе высокогорного села Шулани проводились вне населенного пункта на крутых склонах с уклоном 25–30°, где по данным жителей ранее наблюдались родники. Всего было проведено измерений по нескольким профилям на склоне горы в различных пунктах. График ЕП вниз по склону для первого профиля показан на рис. 2.

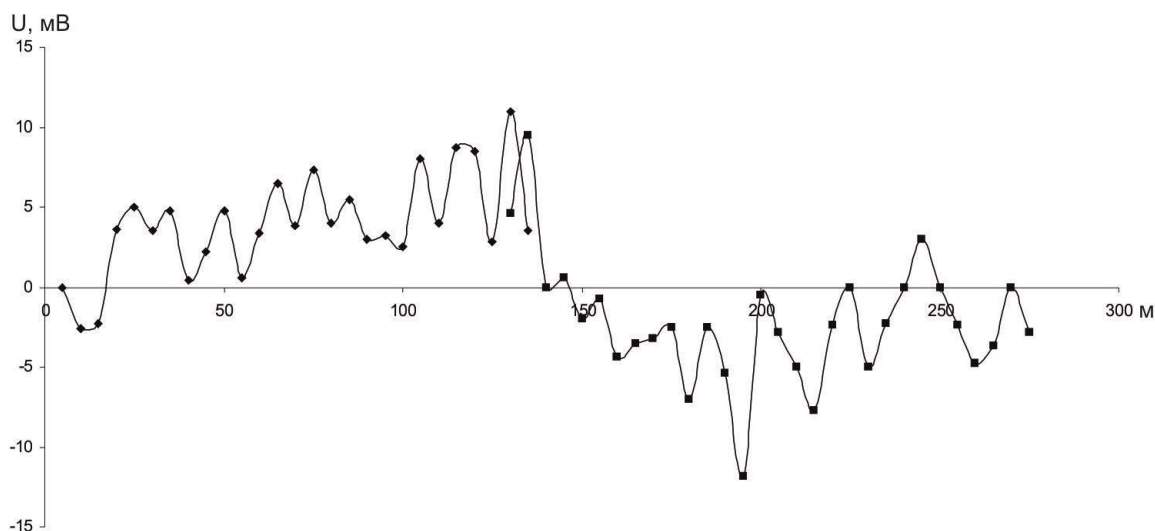


Рис. 2. График ЕП первого профиля для селения Шулани

Измерения проводились шагом 5 м. Вначале на графике ЕП до отметки 130 м наблюдается медленный рост, указывающий наличие фильтрационного потока, затем наблюдается резкое изменение разности потенциалов в обратную сторону. Минусовая аномалия амплитудой 20 мВ связана с изменением направления движения воды, вызванное фильтрацией воды в трещинную зону. На данном склоне в области аномалии ЕП был проложен профиль, направленный поперек первому. Его график приведен на рис.3.

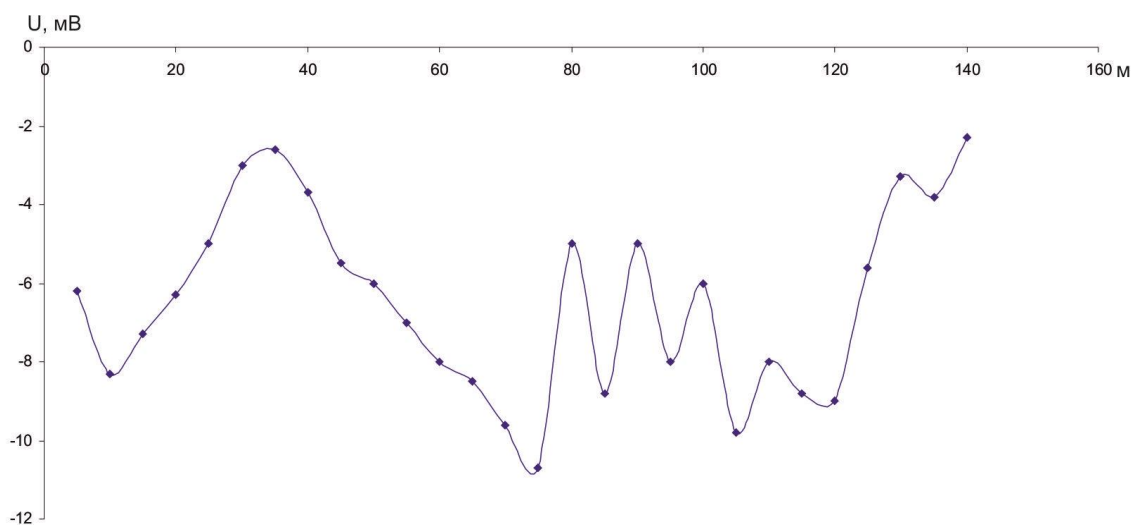


Рис. 3. График ЕП поперек первому профилю в аномальной зоне

Вначале разность потенциалов растет с увеличением разноса электродов от -8,5 мВ до -2 мВ, характеризую процесс движения воды по склону, затем резко уменьшается на -11 мВ. Отрицательная аномалия связана трещинной зоной, которая поглощает воду. Оба графика ЕП, полученные вдоль по склону и поперек, показывают наличие трещинной зоны, в которой течет жильная вода. Естественно ожидать, что трещинная вода найдет разгрузку себе ниже по склону.

На других участках отдельные профильные съемки ЕП показали наличие положительных аномалий, связанные с уже имеющимися родниками с небольшим дебитом (рис.4). Первая положительная аномалия расположена рядом с источником вод на расстоянии 3 м от него. Увеличение разности потенциалов начинается на расстоянии 10 м до родника и заканчивается 45–50 м после родника. Длина аномалии зоны ЕП по склону равна 35–40 м.

Второй максимум совпадает с зоной разгрузки воды на расстоянии 65 м от базовой точки измерений. После него наблюдается также рост разности потенциалов, характерный процессу течения подземных вод. Амплитуды ЕП этих аномалий составляют 2,2 мВ/м и 1,4 мВ/м, т.е. превышают аномалии фильтрационной природы, встречающихся в обычных природных условиях [Семенов, 1980] 0,1–1,0 мВ/м.

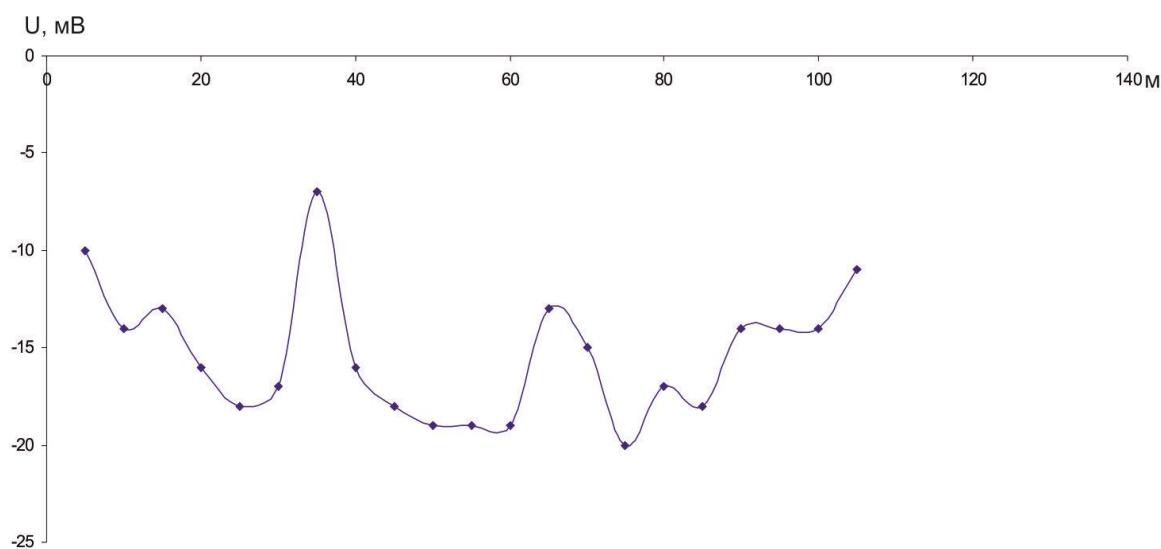


Рис. 4. График ЕП с положительными аномалиями у селения Шулани

Для второй аномалии были проведены азимутальные измерения ЕП. Они используются для определения направления фильтрации подземных вод [Шевнин и др., 2013]. Для измерений была размечена круговая площадка с радиусом 10 м. Один электрод располагался в центре круга, а второй переносился с шагом по углу 15° . Анализ диаграммы показал, что большая ось ЕП совпадает с направлением склона горы в данной местности.

Выводы

1. Изучены электрические поля, создаваемые движением подземных вод для двух населенных пунктов в Дагестане, расположенных высокогорных районах. Показана эффективность применения метода естественного электрического поля горных пород для определения места разгрузки подземных вод – родников.

2. Съемки естественного поля позволили выявить аномальные зоны, связанные с фильтрацией воды на крутых склонах, достигающие величин 1,4–2,2 мВ/м. Для одних профилей естественного поля по отрицательным аномалиям выявлены зоны поглощения воды трещинной зоной. На других участках определены места с положительными аномалиями, совпадающие с существующими родниками.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808491-6-1.5.

Литература

1. Колмоков Ю.В., Сазонов А.С., Патехина Е.В. и др. Особенности естественной электрической поляризации пород и руд золотосульфидного месторождения «Благодарное» (Енисейский край) // Сибирский федеральный университет. Инженерная. Технология. 2008. – Т. 1. – С. 103–116.
2. Оськин И.М., Вахромеев Г.С., Маслов В.С. Методика комплексных геофизических исследований при поисках марганцевых месторождений при Саяне и Западном Прибайкале // Труды Иркут. Политех. Ин-та и Иркут. Геолог. Упр. Сер. Геофиз. 1971. Вып. 68. С. 75–81.
3. Семенов А.С. Метод естественного электрического поля. Л.: Недра. 1980. 254 с.
4. Сейфулин Р.С. Поиск и разведка рудных месторождений. Львов. Изд-во ЛГУ. - 1983. – 144 с.
5. Шевнин В.А., Ерохин С.А., Павлова А.М. Изучение анизотропии с помощью азимутальных измерений в методе естественного поля // Записки горного института. Санкт-Петербург, 2013. Т.200. С. 108–113. ISSN 0135–3500
6. Шевнин В.А., Рыжов А.А., Квон Д.А. Интересный научный факт – сильные аномалии ЕП безрудной природы // Геофизика. 2013. № 2. С. 2–8. ISSN 1681–4568
7. Шевнин В.А., Бобачев А.А., Иванова С.В., Баранчук К.И. Совместный анализ данных естественного поля и электротомографии для изучения Алексанровского городища (Калужская область): Материалы XМеждународ. науч.-практ. Конф. и выставки «Инженерная геофизика–2014». Геленджик. 2014. С.16–24.
8. Якубовский Ю.В. Электроразведка. М.: Недра. 1980. 383 с.
9. Boleve A., Revil A., Janod F., Mattiuzzo J.L. and Fry J.J. Preferential fluid flow pathways in embankment dams imaged by self-potential tomography. Near Surface Geophysics. 2009. pp. 447–462.
10. Freeze R.A. and J.A. Cherry. Groundwater. 1979, Prentice Hall.
11. Gay S.P. A 1800 millivolt self-potential anomaly near Hualgayoc, Peru. Geophysical Prospecting. 1967. T.15. pp. 236–245.
12. Sato M. and Mooney H.M. The electrochemical mechanism of sulphide self-potential. Geophysics. 1960. T. 25. pp. 226–249.
13. Vagshal D.S. and Beyaev S.D. Self-potential anomalies in Cerro de Pasco and Hualgayoc areas (Peru) revisited. Geophysical Prospecting. 2001. T. 49. pp. 151–154.

УДК 631.48 551.31

DOI: 10.33580/2541-9684-2022-89-2-78-85

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ И ПОКАЗАТЕЛИ АНТРОПОГЕННОЙ ИХ ЭВОЛЮЦИИ

Залибеков¹ З.Г., Мусалаева¹ П.Д., Настинова² Г.Э., Валиев¹ З.А., Яковлева³ Л.В.

¹*Институт геологии ДФИЦ РАН,*

²*Калмыцкий госуниверситет, ³Астраханский госуниверситет*

Обобщены результаты исследований почв по основным этапам их развития в регионах Западного Прикаспия. Этапы охарактеризованы на основе различий генетических, картографических и агропроизводственных свойств, объединенных в масштабе антропогенной их эволюции: познания типов и условий почвообразования, оценка антропогенных воздействий, управление и прогноз почвенного покрова.

Ключевые слова: стадии почвообразования, ирригация, границы почвенных контуров, роль водного фактора, эволюция, подземные воды, управление почвенными ресурсами.

THE MAIN STAGES OF THE STUDY OF THE SOILS OF THE WESTERN CASPIAN SEA AND THE INDICATORS OF THEIR ANTHROPOGENIC EVOLUTION

Zalibekov¹ Z.G., Musalaeve¹ P.D., Nastinova² G.E., Valiev¹ Z.A., Yakovleva³ L.V.

¹*Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, Russian Academy of Sciences*

²*Kalmytskij GosUniversitet, ³Astrakhanskij GosUniversitet*

The results of soil studies on the main stages of their development in the regions of the Western Caspian Sea are summarized. The stages are characterized on the basis of differences in genetic, cartographic and agricultural properties, combined on the scale of anthropogenic and their evolution: knowledge of the types and conditions of soil formation, assessment of anthropogenic impacts, management and forecast of soil cover.

Keywords: stages of soil formation, irrigation, boundaries of soil contours, the role of the water factor, evolution, groundwater, soil resource management.

Развитие почвенного покрова в регионах Прикаспийской низменности протекает в условиях, отличающихся от зонального типа распространения почв, фациальности, провинциальности закономерностей, обусловленных косвенным влиянием горных систем. При этих условиях формировался своеобразный, самобытный почвенный покров Западного Прикаспия с широким диапазоном изменений, происходящих в современных условиях формирования развития различных типов почв – климатогенного, гидрогенного, литогенного происхождения. Географическое расположение региона между двумя морскими системами – Каспийского моря и зоны сухого воздуха проникающего из Казахстана и Центральной Азии с востока и Черного моря и Кавказских гор с запада, создают пестроту с особым спектром засушливости и большой аномалией в территориальном распространении отдельных типов почв, солончаковых пустынь и движущихся песков. Комплексное расположение биосферных категорий земли, особенно почвенного покрова в течении длительной истории подвергались воздействию человека дифференцируясь по этапам с соответствующей антропогенной эволюцией.

Материалы и методы исследования

Исследованиями охвачена территория северо-западного Прикаспия, включая дельту Терека, Терско-Кумской низменности и приморскую полосу, протягивающуюся от Дербента до западных границ правобережья Волги в пределах Прикаспийской низменности. Географическое положение характеризуется координатами – 43-45° С.Ш. и 43-47° восточной долготы, включая территорию равнинной и приморской полосы Дагестана, Республики Калмыкии и Астраханской области. Рельеф местности и поверхность представлены слабонаклонной равниной с

небольшими понижениями к северо-востоку в пределах Терско-Кумской низменности. Общей особенностью является бесточность рельефа и наличие положительных элементов – песчаных бугров и котловин. Кроме того, значительное распространение получило накопление аллювия в сезонно усыхающей части реки Кумы и малых рек и расчлененность территории руслами сухих и действующих речных систем.

Методика исследований основывается на обобщении материала, сравнительном анализе и группировкой происходящих изменений. По характеру изучения, выявления и использования почвенных ресурсов, начиная с конца 19 века и по настоящее время, сгруппированы различия, позволяющие определить поэтапное проведение исследований. Отдельные этапы развития исследований, характеризуются не только изменением свойств почв и почвообразующих пород, но и качественным составом и структурой биогеоценотического режима (табл. 1)

Таблица 1.

**Этапы развития почвенных исследований в регионе
и функциональные их характеристики**

№	Этапы развития	Параметры	Функции	Уровень влияния
1.	Познавательный (1899-1940) инвентаризация и первичный учет почвенных ресурсов	Генетическое разнообразие, ареалы, площади, плодородия, использование	Сельскохозяйственные природоохранные мелиоративные	Локальное Региональное Федеральное
2.	Оценка (1946-1990) природных свойств антропогенных воздействий	Зональные, фоновые, определяются засолением, солонцеватостью, ветровой эрозией	Определение очередности освоения, мелиорации, иссушение, обводнение	Локальное Региональное
3.	Управление (1990- по настоящее время) почвенными ресурсами	Модели управления на основе данных нормирования и стандартизации	Ликвидация потерь земель, уменьшение отводов устранением эрозии вторичного засоления	Локальное Региональное Федеральное
4.	Прогноз будущего состояния почвенного покрова	Адаптация землепользования к биоклиматическим условиям	Введение новых экологических нормативов и корректировка их с учетом климатического потепления	Федеральное Глобальное

Приведенная схема, с обоснованием этапов развития почвенных исследований является условной с характеристикой отдельных стадий и этапов в историческом аспекте. Вместе с тем, каждый этап имеет свои особенности и характеризует адаптационную стратегию антропогенных воздействий. Такой подход является методически обоснованным и приемлемым для условий регионов Западного Прикаспия.

Результаты исследований и их обсуждение

Первый этап (1899 – 1940 г.г.) характеризуется познавательной целенаправленностью с изучением генетических свойств почв, выявленных в регионе. Становление и развитие первого этапа работ берет начало из результатов исследований основателя генетического почвоведения В.В. Докучаева, включая исследования, выполненные до 40-х годов прошлого века. По их результатам дана характеристика почв Приморской полосы с описанием условий их формирования под влиянием изменяющегося уровня режима Каспийского моря.

Познавательный этап развития почвенных исследований дал возможность определить естественный природный состав, свойства, плодородие и закономерности географического распространения отдельных типов почв. Теоретическое обоснование выделенных типов почв с геолого-геоморфологическим описанием территории явилось основой практического использования земель, преимущественно в орошаемом земледелии и мелиоративном строительстве.

Из выполненных работ первого этапа, следует отметить результаты исследований П.Л. Щеглова (1909 г.), И.А. Елищева (1914 г.), И.В. Мушкетова (1895 г.), представивших общую характеристику почвенного покрова Приморской полосы Северо-западного Прикаспия. В 1926 году под руководством С.В. Зонна, коллективом в составе Р.И. Раздорского, Е.В. Рубилина, Л.М. Панкова проведены исследования почв Терско-Кумской низменности для разработки плана использования орошаемых земель и строительства новых ирригационных систем. Почвенно-мелиоративное, картографическое направление и применяемые разные масштабы исследований были обобщены на единой генетической основе С.В. Зонном в 1932 г. в виде почвенных карт и научного отчета «Краткий почвенно-мелиоративный очерк плоскостной части ДАССР».

Работы первого этапа исследований завершаются публикацией фундаментальной работы С.В. Зонна «Почвы Дагестана» (1940 г.), разработкой стадий почвообразования Волго-Ахтубинской поймы И.И. Плюсниным (1938 г.) и теоретических вопросов происхождения засоленных почв. В последующие годы исследования были продолжены В.А. Ковдой (1946 г.) с обобщением накопленного материала по засолению почв и выяснением роли водного фактора в почвообразовании. Общим итогом развития почвенных исследований явилось выявление особенностей существующего почвенного покрова, процессов и свойств почв и начало их изучения с позиции генетического почвоведения. Познание и накопление значительного материала по почвам региона дало возможность начать исследования по систематике и классификации почв, характеризующих стадию влияния климатического фактора и антропогенных воздействий.

В годы Великой Отечественной войны (1941 – 1945 г.г.) проведение плановых почвенных исследований прерывается, но научная работа в вузах и опытных учреждениях продолжается, где отдельные ученые, преподаватели продолжали исследовательскую работу. В их числе следует указать профессора Василько Васильевича Акимцева, работавшего зав. кафедрой почвоведения (1939 – 1950 г.г.) в Дагестанском сельскохозяйственном институте. Многие известные педагоги, преподаватели близкие к почвоведению, работая в учебных заведениях, внесли определенный вклад в развитие почвенных исследований.

Важной особенностью проведенных исследований является разработка научных основ изучения, использования почв, исходящих из объективных закономерностей установленных В.В. Докучаевым – генетического почвоведения.

Второй этап развития почвенных исследований (1946 – 1990 гг.) характеризуется развитием новых направлений как самостоятельной науки с углубленным изучением и оценкой почвенных процессов.

Оценка свойств и признаков различных итипов почв и выявление закономерностей их развития позволили составить подробную характеристику биосферно-экологических и географических свойств почв. Эти качественные изменения в исследовании почв обусловлены разными обстоятельствами, среди которых ведущими являются, во-первых – эволюция почв с развитием солонцеватости и частичное выщелачивание легкорастворимых солей: во-вторых – практическими запросами оценки, освоения, применением удобрений, мелиораций, составлением почвенных карт и проведением землеустроительных работ.

В 1946 году были организованы Отдел почвоведения в Дагестанском филиале АН СССР, региональная секция агрохимслужбы с проведением крупномасштабных почвенно-агрохимических исследований землепользований отдельных хозяйств и всего региона.

В 1954 году были созданы Отдел почвоведения в отраслевых институтах, расширились и углубились исследования с оценкой природных свойств и антропогенных воздействий.

Рассматриваемый этап исследований с ведущей ролью оценочного подхода влияния процессов засоления, солонцеватости и ветровой эрозии получили широкое развитие в вузах и научных учреждениях Дагестана, Калмыкии и Астраханской области.

Основными результатами исследований явились;

–разработка концепции антропогенной эволюции почв фоновому уровня естественных свойств. Оценка и генетическое обоснование перехода полугидроморфных почв к автоморфно-режимному типу почвообразования, связанного с падением уровня грунтовых вод и развитием признаков остепнения, аридизации. обосновано формирование сдвига во времени активной фазы почвообразования в холодную половину года, определены параметры и признаки проявления аридизации почв вследствие влияния современного климатического потепления.

–Создание национальных программ действий по борьбе с опустыниванием земель Дагестана, Калмыкии, Астраханской области, теоретической основой которой явилась разработанная биологическая концепция борьбы с опустыниванием почв аридных территорий. Качественным отличием почвенных исследований второго этапа явилось проявление центростремительных тенденций, которые четко обозначились при разработке национальных программ и региональных проектов по борьбе с опустыниванием и засухой.

Третий этап (1990 г. по настоящее время) характеризуется преобладающей ролью процессов управления почвенными ресурсами в региональном масштабе. Накопленный материал за предшествующие этапы по характеристике различных типов почв и условий их развития, включая динамические особенности негативных природных процессов и антропогенных воздействий обеспечили научную основу управленческому принципу использования почвенных ресурсов.

Содержание третьего управленческого этапа исследования заключается в разработке планов землепользования с учетом динамических изменений в свойствах почв и биологических требований возделываемых видов растений и их популяций. Такая постановка может быть решена при наличии достаточного количества доступных форм почвенной влаги и питательных веществ. Проблема обеспечения водой в условиях Терско-Кумской низменности является наиболее важной для орошения естественных пастбищ и ценных видов кормовых растений и рекомендуется включить в категорию факторов Управленческого содержания.

Для решения задач обеспечения водой используются подземные пресные воды в качестве нетрадиционного, но очень важного источника орошения, как элемента Управленческого процесса. Реальность осуществления подтверждается подготовленной материально-технической базой и разработкой Управляемых видов технологии использования засушливых земель.

В рассматриваемом этапе исследования почв одного из регионов Западного Прикаспия Терско-Кумской низменности, результаты прикладных работ, выполнены по предлагаемой технологии. Подземные пресные воды, залегающие в Хвалынском и Хазарском ярусах четвертичных отложений выполняют роль фактора почвообразования, воздействие которых направлено на увеличение запасов влаги в почве в условиях прогрессирующей аридизации, опустынивания. Определяющими параметрами управления почвенными процессами, подлежащих изучению, являются иссушение почвенного профиля, солонцеватость, щелочность почвенной среды, засоление и ветровая эрозия. Одним из основных видов, недостаточно используемых для орошения, обводнения засушливых земель в регионе являются подземные пресные воды, обладающие большими запасами в условиях дельтово-аллювиальных и континентальных равнин юга России.

Экологически важными свойствами подземных пресных вод являются наличие возможностей дифференциации ареалов, формирующихся в условиях отсутствия загрязнения без мышьяковистых и других вредных соединений. В качестве положительных свойств следует отметить так же отсутствие ирригационной эрозии при орошении сельскохозяйственных угодий.

Экономическая эффективность применения подземных пресных вод объясняется несколькими причинами, среди которых важными для управления почвенными ресурсами являются: естественная возобновляемость запасов за счет интенсивного водообмена между водоносными геологическими породами суши и морской акватории, стабильность состава и защищенность от воздействий человека. На территории КБС, где осуществляются управленческие процессы, используются подземные пресные воды по технологии, разработанной в Институте геологии ДФИЦ РАН с параметрами, характерными литогенному типу опустынивания. Преимущества подземных пресных вод, как дополнительного источника экологически чистой воды, рекомендуется использовать в засушливых условиях аридного климатического пояса. Качественные показатели и преимущества по сравнению с поверхностными водами речного происхождения иллюстрируются на примере производственных опытов, проводимых в Терско-Кумской низменности (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная оценка подземных пресных и поверхностных поливных вод, рекомендуемых для орошения почв Терско-Кумской низменности

Определяющие параметры	Единицы измерения	Типы потребляемой воды		Примечание
		Пресные подземные	Поверхностные поливные	
Глубина залегания	м	200-600	-	-
Защищенность от загрязнения	%	98-100	60-70	
Запасы	м ³	Не ограничены	Отсутствуют	
Стабильность	циклы	Полувековые вековые	Отсутствуют	
Источники питания	м ³	Дренажные потоки вод морей, океанов, осадки	Речные воды, атмосферные осадки	Продолжительность действия не определена
Экологическое состояние	Стандартная	Гарантированная	Условная	
Стоимость бурения 1 скважины	млн. руб	3-4	-	Для данного региона
Затраты	руб/га	300-400	200-300	Денежные средства
На 1 га полива	м ³ /га	40-50	400-500	Воды
Испарение	%	<1	10-25	
Ирригационная эрозия	%	<1	10-20	На единицу площади
Продолжительность функционирования природных показателей плодородия почв	Годы	3-4	-	Рекомендована ротация культур
Динамика во времени	циклы	Геологические отрезки	Исторические периоды	-

Восстанавливающаяся способность ресурсов подземных вод и их потенциал обуславливаются факторами планетарного и регионального значения: Каспийское море, речные системы Волги, Урала, Терека и др. Относительно роли мирового океана можно предполагать о наличии косвенных связей формирования запасов подземных вод в отличие от поверхностных. Здесь действуют разные факторы, обуславливающие режимы мирового океана: температурный, газовый, солнечная энергия и силы тяготения, обусловленные планетарными процессами. Экологическое

состояние гидрологических условий отличается стабильностью состава водоносных пород и условиями, связанными с отсутствием вмешательства человека в накоплении их запасов. Продолжительность функционирующих природных свойств – не загрязненность, отсутствие испарения и наличие источников питания, характеризуют подземные пресные воды как незаменимого фактора управления почвенными ресурсами. Неограниченный характер накопления, восстановления запасов подземных вод и стабильная динамика поступления их из скважины независимо от недостатка осадков и сильного испарения подчеркивают, что исследованиям, связанным с обоснованием управления почвенными ресурсами с применением подземных пресных вод в борьбе с опустыниванием земель нет альтернативы.

В качестве четвертого этапа исследований выделены результаты, полученные по характеристике прогнозируемых направлений почвообразования. К ним относятся усиление процессов ветровой эрозии с прогрессирующим развитием аридизации, остепнения, опустынивания. Динамика почвообразовательных процессов в автоморфных условиях глинистого, суглинистого гранулометрического состава протекает в разной степени интенсивности с формированием признаков солонцеватости, слитизации. Значительную территорию занимают ареалы распространения почв с признаками развития внутрипочвенного оглиения и иллиммеризации. Прогностическое значение в перспективе имеет ощелачивание почвенной среды под влиянием климатического потепления. Учащение засух и суховеев, уменьшение количества атмосферных осадков, падение уровня грунтовых вод и их динамика представляют основу прогноза состояния почвенного покрова.

Особое значение в прогнозе имеют исследования направленные на адаптацию системы землепользования к биоклиматическим условиям. При определении функции почв, прогнозе будущей управленческой системы, рекомендуется применить экологические нормативы с корректировкой на основе учета последствий климатического потепления.

Поэтапный анализ изучения, использования почв региона показывает многофакторность условий и их изменение в историческом, геологическом аспектах, способствующих эволюции стадий под влиянием интенсивного антропогенного воздействия.

Выводы

Обобщение результатов почвенных исследований и разработка перспектив их развития в регионах Западного Прикаспия осуществлены по отдельным этапам и направлениям почвоведения, исходя из позиций генетического почвоведения основанного В.В. Докучаевым. Выделенные этапы характеризуются познавательной значимостью динамического развития почвообразования и факторов окружающей природной среды.

1. Первый этап (1899-1940) охватывает период становления, развития исследований имеющих познавательное значение с проведением инвентаризации и первичного учета почвенных ресурсов. Полученные результаты раскрыли объективную картину в состоянии почвенного покрова с характеристикой свойств, процессов имеющих фундаментальное и прикладное значение.

2. Во втором этапе основным направлением исследований явилась оценка природных свойств почв и степени влияния антропогенных факторов. Выявлены зональные, фоновые показатели, их генетическое происхождение и практические вопросы очередности освоения. Переход ко второму этапу привел к расширению площадей засоленных почв, развитию солонцеватости и слитизации. Отмечено падение уровня грунтовых вод с увеличением степени минерализации. Влияние антропогенного фактора проявилось в расширении площадей отводимых несельскохозяйственным объектам.

3. На третьем этапе широкое развитие получила концепция Управления почвенными ресурсами на основе накопленного в предыдущие этапы материала. Для этой цели составлены опытные модели Управления почвенными ресурсами на основе данных нормирования нагрузок

и стандартизации генетических свойств почв. Разработаны программы составления адаптированных форм планов землепользования с учетом динамических изменений в свойствах и оценочной стоимости почв и биологических особенностей возделываемых видов растений.

4. Управленческий этап развития исследований в современных условиях опирается на материалы подтверждающих острую необходимость обеспечения поливной водой с устранением процессов засоления, солонцеватости, ошелачивания почвенной среды. Теоретически обоснована и экспериментально доказана эффективность применения подземных пресных вод, как одного из главных факторов обоснованной системы Управления почвенными ресурсами Терско-Кумской низменности.

5. Прогноз будущего состояния почвенных ресурсов, их динамика, эволюция и использования рассматриваются в рамке четвертого этапа исследований. Установлено, что к прогнозируемым направлениям исследования почв регионов Западного Прикаспия относятся усиление ветровой эрозии, остепенение, аридизация, опустынивание. В качестве важного мероприятия рекомендуется в перспективе развивать адаптивную стратегию землепользования к изменяющимся биоклиматическим условиям. При осуществлении экологических функций почв и прогнозе будущего состояния почвенных ресурсов универсальной основой являются применение нормативов, стандартов с учетом их динамики во времени и пространстве.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808477-6-1.5.6.

Литература

1. Акимцев В.В. Об итогах и перспективах изучения почв Дагестана. // Труды Дагестанского с/х института. Вып. I, 1939 г. с. 48-55.
2. Баламирзоев М.А., Мирзоев Э.М.-Р. О современном состоянии почвенных ресурсов Дагестана и способах мелиоративного их улучшения // Биологические проблемы и перспективы их изучения. Махачкала. 1995. С. 112 – 120.
3. Бананова В.А. Методы изучения очагов опустынивания на пастбищах Западного Прикаспия // Проблемы освоения пустынь. 1987. № 4. С. 58 – 61.
4. Докучаев В.В. Кучению о зонах природы. Горизонтальные и вертикальные почвенные зоны. Соч. Т. 4. М.-Л.: 1951. с. 394 – 414.
5. Елишев И.А. Почвы Хасавюртовского округа Терской области. Владикавказ. 1996. С. 22.
6. Егоров В.В. Почвообразование и условия проведения оросительных мелиораций в дельтах Арало-Каспийской низменности. Изд. АН СССР. М.: 1959. 256 с.
7. Залибеков З.Г. Анализ антропогенного использования почвенных ресурсов Дагестана // Почвоведение. 1982. № 7. С. 73 – 79.
8. Залибеков З.Г. Почвы Дагестана. Изд. «Наука». 2010. 248 с.
9. Залибеков З.Г. О современном состоянии поверхностных ресурсов Дагестана и проблемы рационального их использования // Геология и ресурсы Кавказа. Тр. ИГ ДФИЦ РАН. 2019. С. 105 – 114.
10. Зонн С.В., Банасевич Н.Н., Кузьмина Т.И., Макавеев Н.Н. Процессы засоления и рассоления почв в связи с грунтовыми водами, их засолением и влиянием Каспийского моря. Изд. ВАСХНИЛ. М.: 1934. 127 с.
11. Зонн С.В. Классификация и география почв бассейна реки Терек. Л.: 1933. Вып. 10. 65 с.
12. Зонн С.В. 1946. Опыт естественноисторического районирования Дагестана // «Сельское хозяйство Дагестана». М.: Изд. АН СССР. С. 89–99.
13. Зонн С.В. Почвы Дагестана. Сельское хозяйство горного Дагестана. М.-Л. 1940. Т. С. 194 – 210.
14. Зонн С.В. Почвенно-мелиоративные очерки плоской части ДАССР. Изд. Министерство с/х РД. Махачкала. 1932. С. 98.
15. Керимханов С.У. Почвенно-эрозионное районирование территории Дагестана // Вопросы рационального использования и повышения плодородия почв Дагестана. Махачкала. 1972. С. 18 – 35.

16. Курбанов М.К. Гидроэкологическая программа «Родник» ресурсы подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна и пути их рационального использования // Тр. ИГ ДНЦ РАН. 2003. № 49. С. 169 – 209.
17. Курбанова Л.М. Геоэкологические проблемы подземных вод // Тр. ИГ ДНЦ РАН. 2009. № 55. С. 85 – 88.
18. Панков Л.М. Почвенно-мелиоративные исследования дельты Терека. Изд. министерства водных хозяйств и мелиорации РД. Махачкала 1933. 26 с.
19. Пилипенко В.И., Федотова А.В. Почвенные ресурсы дельтово-аллювиальных равнин Северного Прикаспия. Изд. Астраханский госуниверситет. Сб. статей по дельте Волги и Северного Прикаспия. 2004. С. 128.
20. Плюснин И.И. Стадии развития почвообразования Волго-Ахтубинской поймы. Почвенные исследования в Поволжье. Изд. АН СССР. 1938. 124 с.
21. Рубилин Е.В. Почвы предгорий и предгорных равнин Северной Осетии. Изд. АН СССР. 1956. 204 с.
22. Солдатов А.С. Почвенные исследования в Дагестане. Изд. Даг. филиал АН СССР. Отдел почвоведения. 1959. Т. III. С. 6-22.
23. Ташнинова Л.Н. Красная книга почв Калмыкии. Изд. Калм ГУ. Элиста. 2010. 158 с.
24. Фридланд В.М. Опыт почвенно-географического разделения Кавказа // Вопросы генезиса, географии почв. Изд. АН СССР. 1957. С. 94 – 111.

УДК 553.611;666.974.2

DOI: 10.33580/2541-9684-2022-89-2-86-88

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАХОДКИ ИЗ ОКРЕСТНОСТЕЙ С. ХАДАГИ (КАЙТАГСКИЙ Р-Н РД)

Юсупов¹ А.Р. Саидов² В.А.

¹Институт геологии ДФИЦ РАН, ²ИИАЭ ДФИЦ РАН

Нами изучен предмет ременной гарнитуры относящийся к IV – нач. VI вв. н.э. Предмет найден на территории Дагестана в подвергнутом разрушению археологическом памятнике. При детальном исследовании под микроскопом установлен возможный путь проникновения данного предмета в Дагестан. По внешним признакам состав образца представляет собой минерал лазурит идентичный Бадахшанскому камню.

Ключевые слова: Пряжка, Дагестан, Хадаги, лазурит, пирит, мрамор, Бадахшан

RESULTS OF THE STUDY OF THE ARCHAEOLOGICAL FIND FROM THE SURROUNDINGS OF THE VILLAGE OF KHADAGI (KAYTAG DISTRICT OF RD)

Yusupov¹ A.R. Saidov² V.A.,

¹Institute of Geology, Far Eastern Federal Research Center, Russian Academy of Sciences,
²IIAE DFRC RAS

We have studied the subject of a belt set related to. IV - early. 6th century AD The item was found on the territory of Dagestan in the destroyed archaeological site. A detailed study under a microscope established a possible route for the penetration of this object into Dagestan. According to external signs, the composition of the sample is a mineral lapis lazuli identical to the Badakhshan stone.

Keywords: Buckle, Dagestan, Khadagi, lapis lazuli, pyrite, marble, Badakhshan.

Речь идет о частной коллекции украшений и предметов одежды, происходившие из окрестностей с. Хадаги Кайтагского района Республики Дагестан. Они были переданы на постоянное хранение в 2022 г. в Музей археологии и этнографии ИИАЭ ДФИЦ РАН местным краеведом этого селения Набиюллой Майсуровым*. Сведения об условиях нахождения этих вещей весьма скупы и фрагментарны. Судя по имеющим данным, они относятся к комплексам различных памятников, подвергшихся разрушениям в различные годы [1]. Среди частной коллекции стоит выделить особую уникальную по своей сути находку, относящейся к ременной гарнитуре. Данный предмет представляет собой пряжку из камня кольцевидной, треугольной в сечении рамкой и сравнительно тонким, прогнутым в средней части бронзовым язычком не доходящего до середины сечения рамки. Рамки пряжки с обеих сторон украшены прорезным орнаментом в виде четырех стрелок, расположенные напротив друг друга. Язычок пряжки плоский в сечении, с рифленой поверхностью. Размеры пряжки: диаметр внешн. кольца – 3,5 см, диаметр внутр. кольца – 1,7 см, толщина сечения кольца – 1 см, длина язычка – 3,7 см.

На основе имеющихся аналогий из археологических памятников Дагестана, данный предмет ременной гарнитуры можно отнести суммарно к IV-VI вв. н.э. Подобные изделия изготовлены преимущественно из бронзы или низкопробного серебра, часто встречаются и железные образцы пряжек. В погребениях Паласа-сыртского могильника (IV-V вв.) обнаружены пряжки, рамки которых изготовлены из гагата, а язычки из серебра и железа [3]. В нашем случае, рамка пряжки сделана из цельного куса природного камня (рис. 1), а язычок отлит из бронзы, что свидетельствует об уникальности данной находки и научной ценности среди коллекций украшений и предметов одежды.

Авторы выражают благодарность Н. Майсурову за возможность публикации данной находки.

Данный предмет был исследован под микроскопом в Институте геологии ДФИЦ РАН. В результате изучения, каменный материал пряжки был определен, как природный минерал лазурит.

С геологической точки зрения лазурит представляет собой непрозрачный минерал синего цвета из группы алюмосиликатов с очень сложной формулой. Формула может изменяться в зависимости от наличия тех или иных химических веществ, индивидуальных для каждого месторождения. Но и синий цвет может быть разным: от глубокого, бархатистого синего до светло-синего с малахитовым или серым оттенком.

Для исследуемого образца характерно большое количество включений пирита размером 0,5-2,0 мм. Лазурит образует пятна насыщенного синего цвета размером 0,5-15,0 мм. На фоне синего цвета также рассыпаны включения пирита (рис. 2).



Рис. 1. Внешний вид пряжки.

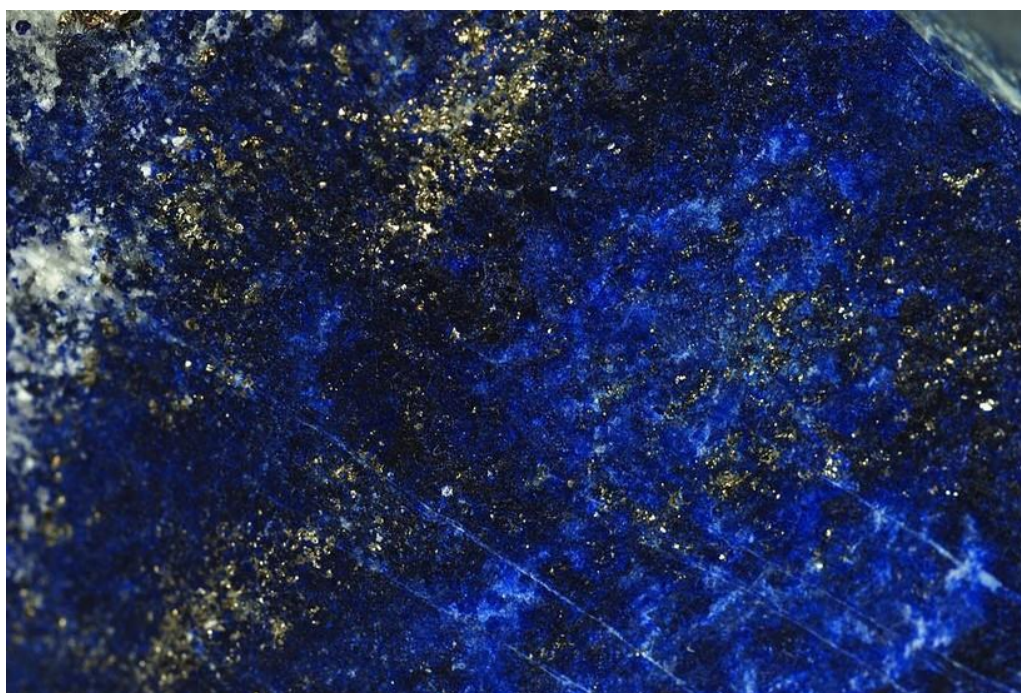


Рис. 2. Лазуритовый участок пряжки с включениями пирита.

Лазурит встречается в известняках белых, серых и чёрных цветов, перекристаллизованных (метаморфизованных) в мраморы. Имеют возраст от докембрийских до более молодых. Очень редко образует месторождения. Веками было известно только одно-единственное в мире месторождение лазурита — в провинции Афганистана Бадахшан в верховьях притока Амударьи, в высоких (около 4000 м) горах. Лазурит добывался там с 4-го тысячелетия до нашей эры! Там и по сей день добывают лазоревый камень [2; 4]

С открытием второго в мире месторождения, точнее группы месторождений (в XVIII–XIX вв.), началась новая эпоха лазурита. Речь идет о месторождениях на возможном продолжении системы тектонических разломов района озера Байкал. Этот район с геологической точки зрения напоминает Бадахшан; месторождение также расположено в древних мраморизованных карбонатных породах. Сам лазурит этих районов своеобразен, имеет ярко-голубой оттенок, а темные цвета здесь не встречаются.

Третье по времени открытия месторождения лазурита снова было обнаружено в горах Памира уже совсем недавно — в 1930-х годах, причем на той же высоте 4000 м. Здесь минерал очень похож на бадахшанский

И наконец, четвертым мировым уникальным можно назвать месторождение лазурита в Чилийских Андах, также близ крупного разлома земной коры и опять очень высоко — на высоте более 3000 м [5].

Более мелкие проявления лазурита известны в китайском Тибете, в Бирме, ЮАР, США. Кроме того, мелкие, правильные додекаэдрические кристаллы и их скопления известны в вулканических выбросах Везувия [6].

Возможный путь проникновения в Дагестан в V веке изучаемой нами лазуритовой пряжки можно определить при сравнении данного каменного материала с образцами известных месторождений. По обилию вкраплений пирита и насыщенного темного цвета лазурита, изучаемый образец можно отнести к Бадахшанскому камню (Афганистан).

Литература

1. Гмыря Л.Б. Прикаспийский Дагестан в эпоху Великого переселения народов. Могильники. Махачкала, 1993.
2. Ефимов И.А., Судеркин А.И. Месторождение ляпис-лазури Сары-Санг в Северном Афганистане. Вестн. АН Каз.ССР, 1967, №8 (268)
3. Малашев В.Ю., Гаджиев М.С., Ильюков Л.С. Страна маскутов в Западном Прикаспии. Курганные могильники Прикаспийского Дагестана III–V вв. н.э. Махачкала, 2015.
4. Платонов А.Н., Тарашан А.Н., Зил-Заде А.К., Беличенко В.П., Поваренных А.К. Об окраске бадахшанских лазуритов. Докл. АН УССР, сер.Б., 1971, №10.
5. Blaise I., Cesbron F. Donnees mineralogiques et petrographiques sur le gisement de lapls-lazuli de Sar-e-Sang, Hindon-Konch. Afghanistan. Bull. Soc. Franc. Mineral, el Cnslallogr, v.89, 1966, p.333-343.
6. Ostwald J. Some notes on the mineralogy of Lapis-Lazuli. Journal of Gemmology, 1963, v.9, №3, p.84-101.



1935-2022

19 мая 2022 года на 87 году жизни скончался выдающийся ученый, геолог, эколог, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры «Прикладная геология» ЮРГПУ (НПИ), главный научный сотрудник ИГ ДФИЦ РАН

БОГУШ ИЛЬЯ АЛЕКСАНДРОВИЧ

Илья Александрович окончил Новочеркасский политехнический институт в 1958 году, после чего начал свою трудовую деятельность в Оренбургском геологическом управлении, где работал коллектором, геологом и в последствие начальником отряда. Уже через пару лет он серьезно увлекся наукой, и с 1961 года связал свою судьбу с Новочеркасским политехническим институтом, где в этот же год поступил в аспирантуру.

Практический опыт в геологии и стремление познать новое в области минералогии позволили И.А. Богушу в кратчайший срок защитить кандидатскую и в скорости докторскую диссертации. Учитывая высокий уровень знаний в области геологических наук, а также его авторитет, как ученого-практика, руководство университета приняло решение утвердить И. А. Богуша в качестве заведующего кафедрой общей и исторической геологии, минералогии и петрографии. Эту кафедру он возглавлял с 1992 по 2011 годы!

Заслуги И.А. Богуша в подготовке кадров, развитии науки и техники неоднократно отмечались правительственными наградами: медалью к ордену «За заслуги перед Отечеством» 2-й степени, нагрудным знаком «Почетный работник высшего профессионального образования России», «Отличник разведки недр», «Заслуженный профессор ЮРГТУ (НПИ)». Ему присвоены почетные звания «Заслуженный работник высшей школы РФ» и «Заслуженный деятель науки Российской Федерации». Приказом ректора ЮРГПУ (НПИ) от 03.06.2020 г. № 248-0 профессору

Богушу И.А. было присвоено звание «Лауреат премии имени Н.Н.Зинина» - «За значительный вклад в развитие научного потенциала вуза, достижения в разработке и развитии существующих и создании новых теорий и оригинальных методов исследований в области наук о Земле, внедрение передовых научных разработок в производство и в связи с 85-летием».

Он также широко известен научной общественности как специалист в области металлогении и минералогии месторождений полезных ископаемых, является автором более 400 научных работ, в том числе 6 монографий и 5 учебников и учебных пособий.

Научные разработки И.А. Богуша стали теоретической основой генетической и онтогенетической минералогии, были применены в геологии рудных месторождений. Фактически в университете им было создано новое направление исследований и новая научно-педагогическая школа минералофизики. Многолетние минералофизические исследования колчеданных руд Урала и Кавказа привели к созданию теории онтогенеза месторождений и разработке параметрических поисковых критериев и количественного прогноза колчеданного оруденения. Более 20 лет профессор И.А. Богуш возглавлял исследования благородного оруденения (золото, платиноиды) Северного Кавказа, в том числе и Дагестана. Результатом этих работ является установление перспектив Северного Кавказа, как новой продуктивной черносланцевой провинции благородных металлов, так и россыпных месторождений России!

Илья Александрович был человеком неравнодушным, с активной гражданской позицией. Он принимал участие в ФЦП «Экологическая безопасность России» в качестве научного руководителя исследований экологически неблагоприятных урбанизированных территорий. Его опыт минералого-геохимического анализа природных объектов, примененный для исследований окружающей среды Новочеркасска, позволил обосновать новую методику комплексной оценки городов с высокой степенью экологической напряженности.

Илья Александрович также был известен как общественный деятель и проводник геолого-минералогических знаний. Длительное время он возглавлял Северо-Кавказское отделение Российского минералогического общества, являлся директором геологического музея университета. И.А. Богуш был действительным членом российской Академии естественных наук (РАЕН), Международной академии высшей школы, до последнего он с завидным энтузиазмом передавал свои знания студенческой молодежи, руководил аспирантами, организовал полевые экспедиции и сам принимал в них участие!

Жизненный путь Ильи Александровича Богуша является замечательным примером беззаветного служения Родине, семье, преданности науке, идеалам чести, добра и справедливости.

Вклад в науку И.А. Богуша будет преумножен усилиями его учеников и последователей, а светлая память об этом восхитительном человеке останется навечно в сердцах всех, кто знал его и работал с ним.

Мы глубоко скорбим о кончине Ильи Александровича и выражаем искренние соболезнования его родным и близким.

Заведующий лабораторией региональной геологии
и минерального сырья ИГ ДФИЦ РАН,
г.н.с., д.г.-м.н. **Черкашин В.И.**
Руководитель ИГ ДФИЦ РАН,
в.н.с., к.т.н., **Мамаев С.А.**

Информация для авторов

Материалы для опубликования в журнале направлять по адресу: 367030, г. Махачкала, ул. М.Ярагского 75. Институт геологии ДФИЦ РАН.

Статьи необходимо направлять в редакцию в двух бумажных экземплярах, подписанных всеми авторами, а также в электронном виде (CD-диск или др. накопитель, либо отправка электронной версии статьи по e-mail: dangeogis@mail.ru).

К рукописи необходимо приложить разрешение на публикацию от учреждений, в которых выполнены исследования.

Правила оформления рукописи в журнале

Название журнала: "Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН".

1. В журнале публикуются оригинальные статьи теоретического и методического характера по вопросам геологии, геофизики, географии, геохимии, результаты изучения состава и строения коры и мантии Земли, процессов формирования и закономерностей размещения полезных ископаемых, исследования по разработке и применению новых методов геологических исследований. Для работ регионального характера предпочтение отдается статьям по различным вопросам сравнительной геологии Кавказа и сопредельных регионов.

2. Статьи, соответствующие профилю журнала, принимаются к опубликованию после рецензирования. Автор представляет два внешних отзыва, подготовленных докторами наук из сторонней организации. Отзывы также могут быть подготовлены специалистами, отобранными редакцией Журнала, за дополнительную плату.

3. Авторы представляют статьи на русском или английском языках. Необходимо указать официальное название организации, в которой выполнена работа, в том числе на английском языке, а также места работы авторов их должности и адреса электронной почты.

3. Название статьи должно строго соответствовать ее содержанию. Текст статьи, как правило, разбивается на разделы: а) введение и постановка проблемы, б) методика исследования, в) результаты исследований, г) обсуждение результатов, д) заключение, е) список литературы.

4. Аннотация объемом до 100 слов, ключевые слова (3-7), индекс УДК.

5. Название, данные об авторах, аннотация, ключевые слова и список литературы дублируются на английском языке.

6. Основные структурные элементы статьи:

- Заголовок (Название) статьи
- Аннотация
- Ключевые слова
- Введение
- Материалы и методы
- Результаты и обсуждение
- Выводы (иногда Заключение)
- Список литературы

Тексты статей будут проверяться на плагиат на специальных сайтах. Рукопись должна быть окончательно проверена, датирована, подписана всеми авторами. Допускается отправка по электронной почте отсканированных листов публикации с подписями авторов.

Технические требования

1. Статьи, в том числе приложения, примечания, список литературы, подписи к рисункам, таблицы, представляются в электронном виде по адресу dangeogis@mail.ru.

2. Формат текста: полуторный интервал, шрифт 14. Сжатие текста не допускается. Значимые слова выделяются жирным шрифтом или курсивом. Поля сверху 2см, снизу 2см, слева 3см, справа 2см. Объем статьи не должен превышать одного авторского листа (40000 знаков с пробелами), включая таблицы и список литературы. Исключение составляют заказные и обзорные статьи. Текст статьи должен быть также представлен в электронном виде. Текст представляется в файле с любым из расширений doc, docx, rtf.

3. В текстах статей можно размещать рисунки, таблицы, графики и схемы. Эти элементы статьи печатаются на отдельных листах. На рисунках должен быть минимум буквенных и цифровых обозначений, при масштабировании рисунков эти надписи будут не видны. Название рисунков и информация по ним должны приводиться в подрисуночных подписях.

При необходимости рекомендуется представлять рисунки в цветном варианте. Печать цветной графики является платной. Если автор не согласен оплачивать цветную печать, представляемая графика должна быть переработана в системе градаций серого таким образом, чтобы обеспечить ясность изображения и избежать необходимости допечатной коррекции. При этом рекомендуется присылать оба варианта рисунка с пометкой, что для печати автор просит использовать черно-белый вариант графики.

Разрешение растровых иллюстраций должно быть не менее 300 dpi.

4. При использовании в тексте сокращенных названий следует давать их расшифровку при первом применении или ограничиваться общепринятыми сокращениями.

5. Список используемой литературы дается в конце статьи в алфавитнохронологическом (по первому автору) порядке: вначале на русском, а затем на английском и

6. Список литературы других иностранных языках. Авторский коллектив приводится полностью. В списке литературы даются только опубликованные работы. Ссылка в тексте на литературу дается в квадратных скобках или в круглых скобках (автор, год); ссылки на рисунки и таблицы также даются в круглых скобках. оформляется с абзацем. Для книг: фамилии и инициалы авторов, полное название источника, город, издательство, год издания, число страниц. Статья из сборника: фамилии и инициалы авторов, полные названия как статьи, так и сборника в целом, место и год издания источника и номера страниц статьи. Статья из журнала: фамилии и инициалы авторов, название статьи и журнала, год издания, том, номер, страницы.

7. Упомянутые в статьях единицы измерения должны соответствовать Международной системе единиц СИ.

8. Занумерованные формулы обязательно выделяются красной строкой, номер формулы ставится у правого края. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

Рукописи, оформленные с нарушением правил, возвращаются без рассмотрения.

Адрес редакции:

Россия, 367030, Махачкала, ул. М.Ярагского 75

© Институт геологии ДФИЦ РАН

© Коллектив авторов

ISSN: 2541-9684

Научное издание

*Зарегистрирован в федеральной службе по надзору в сфере связи
и массовых коммуникаций Российской Федерации (Роскомнадзор).*

ПИ № ФС77-67725 от 10 ноября 2016 года

Ежеквартальный научный журнал

"Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН"

Выпуск № 2 (89) 2022

Издаются по решению ученого совета ИГ ДФИЦ РАН

Сборник набран, сверстан и отредактирован на компьютерной
базе ГИС-центра Института геологии ДФИЦ РАН.

Дизайн – Черкашин В.И.

Верстка – Ахмедов А.С., Мамаев А.С., Ибаев Ж.Г., Идрисов И.А.

Набор – Гусейнова А.Ш., Курбанисмаилова А.С.

Подписано в печать 28.06.2022 г. Формат 60×84¹/₈.
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать ризографная.
Усл. п. л. 11. Уч.-изд. л. 6,8. Тираж 200 экз. Заказ №22-06-240.



Отпечатано в типографии АЛЕФ

367002, РД, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева 64

Тел.: +7 (8722) 935-690, 599-690, +7 (988) 2000-164

www.alefgraf.ru, e-mail: alefgraf@mail.ru