



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Дагестанский федеральный
исследовательский центр РАН
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ

ISSN: 2541-9684

№ 1 (96), 2024
Ежеквартальный
научный журнал

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

Учредитель: Издаётся по решению Ученого совета Зарегистрирован в федеральной службе по надзору в сфере связи и
ДФИЦ РАН. Института геологии ДФИЦ РАН. массовых коммуникаций Российской Федерации (Роскомнадзор).
Журнал выходит 4 раза в год. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-81133 от 25.05.2021 г.

Научно-редакционный совет:

член-корреспондент НАН Азербайджана
д.т.н., ИПГ ДНЦ РАН,
академик РАН, Коми НЦ УрО РАН
д.г.-м.н., г.н.с., профессор ГИН РАН
академик РАН, ОНЗ РАН
д.ф.-м.н., профессор, Геофизический институт ВНЦ РАН,
д.г.-м.н., профессор, ИГиИС НАН Армении
д.ф.-м.н., Чеченская академия наук
член-корреспондент РАН, ОНЗ РАН
член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н., профессор, ДФИЦ РАН
д.ф.-м.н., профессор, ДГУ
академик РАН, ГИН РАН

Алиева Э.Г.-М.
Алхасов А.Б.
Асхабов А.М.
Гаврилов Ю.О.
Глико А.О.
Заалишвили В.Б.
Карапетян Д.К.
Керимов И.А.
Морозов Ю.А.
Муртазаев А.К.
Рабаданов 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
к.г.н., в.н.с., профессор, ДФИЦ РАН
д.т.н., профессор, ДГУ
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., ДФИЦ РАН
д.ф.-м.н., г.н.с., ДФИЦ РАН
к.г.н., в.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
н.с., ИГ 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.
Атаев З.В.
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.
Курбанисмаилов В.С.
Магомедов Р.А.
Маммаев О.А.
Мусаев М.А.
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 являются официальной позицией Института.

При использовании материалов ссылка на журнал обязательна.

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

Адрес издателя (типографии): 367002, г. Махачкала, ул. С. Стальского, 50

Сайт в сети интернет: <http://www.igdficran.ru>, e-mail: dangeogis@mail.ru, dangeo@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.igdficran.ru>

Научное направление журнала – НАУКИ О ЗЕМЛЕ

1.6.1. Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика	Геолого-минералогические
1.6.2. Палеонтология и стратиграфия	Геолого-минералогические Биологические науки
1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поиска полезных ископаемых	Геолого-минералогические Технические
1.6.5. Литология	Геолого-минералогические
1.6.6. Гидрогеология	Геолого-минералогические
1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение	Технические
1.6.9. Геофизика	Геолого-минералогические Физико-математические
1.6.10. Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения	Геолого-минералогические
1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений	Геолого-минералогические Технические
1.6.12. Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов	Географические
1.6.14. Геоморфология и палеогеография	Географические
1.6.16. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия	Физико-математические
1.6.20. Геоинформатика, картография	Физико-математические
1.6.21. Геоэкология	Геолого-минералогические Географические

ISSN: 2541-9684

Журнал является рецензируемым.

Журнал выходит 4 раза в год.

Тираж – 200 экземпляров

<http://elibrary.ru/> (РИНЦ)

<http://www.igdficran.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ РЕЧНЫХ ДОЛИН ДАГЕСТАНА <i>Тулышева Е.В., Исаков С.И.</i>	4
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ДИФФУЗИИ МЕТАНА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ <i>Гайдаров Б.А.</i>	10
СИНТЕЗ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ <i>Устьянцев В.Н.</i>	18
ИСТОРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ И ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДАГЕСТАНА <i>Тотурбиев Б.Д., Мамаев С.А., Самедов Ш.Г.</i>	25
ВСПЛЕСК СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА КАВКАЗЕ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ В 2023 Г. И ЕГО ПРОЯВЛЕНИЯ В ВАРИАЦИЯХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАБЛЮДАЕМЫХ НА СЕТИ СТАНЦИЙ В ДАГЕСТАНЕ <i>Алиев И.А., Магомедов А.Г.</i>	43
СОПУТСТВУЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛОМНО-БЛОКОВОЙ СТРУКТУРЕ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА <i>Магомедов Р.А.</i>	56
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ АРТЕЗИАНСКИХ СКВАЖИН ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ КИЗЛЯРСКОГО РАЙОНА <i>Курбанисмаилова А.С., Мамаев А.С., Гусейнова А.Ш., Ахмедов А.С.</i>	68
К БАЗЕ ДАННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДАГЕСТАНА <i>Курбанова Л.М.</i>	82
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ КОНЦЕНТРАЦИИ U, Ra В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ <i>Маммаев О.А., Маммаев Б.О.</i>	86
ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ОБЛАСТИ ИЗВЕСТНЯКОВОГО ДАГЕСТАНА <i>Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Черкашин В.И., Сулейманов В.К., Мамаев А.С., Юсупов З.А.</i>	89

УДК: 553.435 (470.67)

DOI: 10.33580/2541-9684-2024-96-1-4-9

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ РЕЧНЫХ ДОЛИН ДАГЕСТАНА

Тулышева Е.В., Исаков С.И.

Институт геологии ДФИЦ РАН г. Махачкала

Огромные толщи осадочных отложений юры, мела, палеоген-неогена эродируются при формировании речных долин. При этом вскрываются эндогенные месторождения рудных полезных ископаемых, магматические тела и нерудных – таких как глины, гипсы, известняки, доломиты. Наблюдается генетическую связь полезных ископаемых с формированием речных долин.

Ключевые слова: речные долины, Дагестан, месторождения, тектоника, металлогения, оруденение, зоны окисления, разломы

PRACTICAL ASPECTS OF GEOMORPHOLOGIC STUDY OF RIVER VALLEYS IN DAGESTAN

Tulysheva E.V., Isakov S.I.

Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, RAS

Abstract. Huge strata of sedimentary deposits of the Jurassic, Cretaceous, Paleogene-Neogene are eroded during the formation of river valleys. At the same time, endogenous deposits of ore minerals, magmatic bodies and nonmetallic bodies - such as clays, gypsum, limestone, dolomite - are discovered. There is a genetic connection between minerals and the formation of river valleys.

Keywords: river valleys, Dagestan, deposits, tectonics, metallogeny, mineralization, oxidation zones, faults.

Большую часть территории Горного Дагестана занимают долины рек. Основные водные артерии и их притоки заложены по разломам, имеющим различную ориентировку и происхождение: от глубинных, по которым происходит подъем мантийного вещества – магматические породы и рудоносные растворы, коллизия литосферных плит (Главный Кавказский разлом) образующихся при спрединге, до малоглубинных зон трещиноватости, формирующихся при субдукции, поперечном сжатии структур.

Зоны разломов глубинного заложения контролируют распространение магматизма и рудной минерализации – металлогенические зоны Приводораздельной, Главного хребта с колчеданным оруденением и Самуро-Белореченской с жильным кварц-сульфидным (Cu, Pb, Zn, Co, Fe) оруденением.

При формировании речных долин эродируются огромные толщи осадочных отложений юры, мела, палеоген-неогена. При этом вскрываются эндогенные месторождения рудных полезных ископаемых, нерудных – таких как глины, гипсы, известняки, доломиты, магматические тела и др., происходит формирование рыхлых четвертичных отложений – аллювиальных, делювиальных, элювиальных и др. Таким образом, мы видим генетическую связь полезных ископаемых с формированием речных долин. Такая связь прослеживается только для группы месторождений, представленных морскими осадками (известняки, доломиты, мергели, глины, гипсы и др.) выходящие за пределы речных долин.

На территории Дагестана известно около 600 рудопоявлений полиметаллов, представленных колчеданными (пирит, пирротин) залежами и жильными кварц-сульфидными телами. Колчеданное оруденение (месторождение Кизил-Дере, непромышленные месторождения и рудопоявления Борч I, Водораздельное, Мачхалор и др.) и малые интрузии основных субщелочных пород (Галагатхетская, Курдульская, Ахвай-Хурайская и др.) располагаются в южном блоке Главного Кавказского разлома. В его северном блоке локализуется жильное кварц-сульфидное

оруденение (Курушское, Скалистое, Хал, Тукиркиль, Борч I и др.) и дайки основных пород – диабазов, габбро-диабазов. Выделяемое оруденение объединяется в рудные поля, располагающиеся главным образом в долинах. Последние в процессе эрозии вскрывают рудные зоны, выводят их к современной поверхности земной коры, тем самым облегчается доступ к ним. Если бы не эрозия речных долин, физико-химическое выветривание, оруденение было бы вне сферы хозяйственной деятельности человека. В других случаях – рудные зоны в процессе эрозии уничтожаются и в этом проявляется деструктивная роль экзогенных процессов в металлогении.

Котловины, располагающиеся во влиянии зоны Главного Кавказского разлома, что отмечается для Курушского рудного поля (рудопроявления Куруш, Сельды, Скалистое, Рагданчайское, Сумрайкам, Мукеркам, Мулларчай и др.) - совмещающиеся с одноименной эрозионно-аллювиальной котловиной; Мазинской, Джиг-Джигской зон, Фийской, Гдымской зон, Кизилдеринского рудного поля с промышленным медно-пирротиновым месторождением Кизил-Дере, а также для Хнов-Борчинского рудного поля. В некоторых случаях, в котловинах (Даличайская, Каладжухская) отмечаются не рудные тела, а геофизические аномалии или шлиховые ореолы рудных компонентов – благоприятные поисковые признаки на рудные тела. Отмечаются рудные проявления, непромышленные месторождения (Хал-Тукиркильское рудное поле с жильным кварц-сульфидным оруденением; рудопроявление Цимирци с медно-кобальтовым оруденением), не совмещающиеся с эрозионно-аллювиальными котловинами.

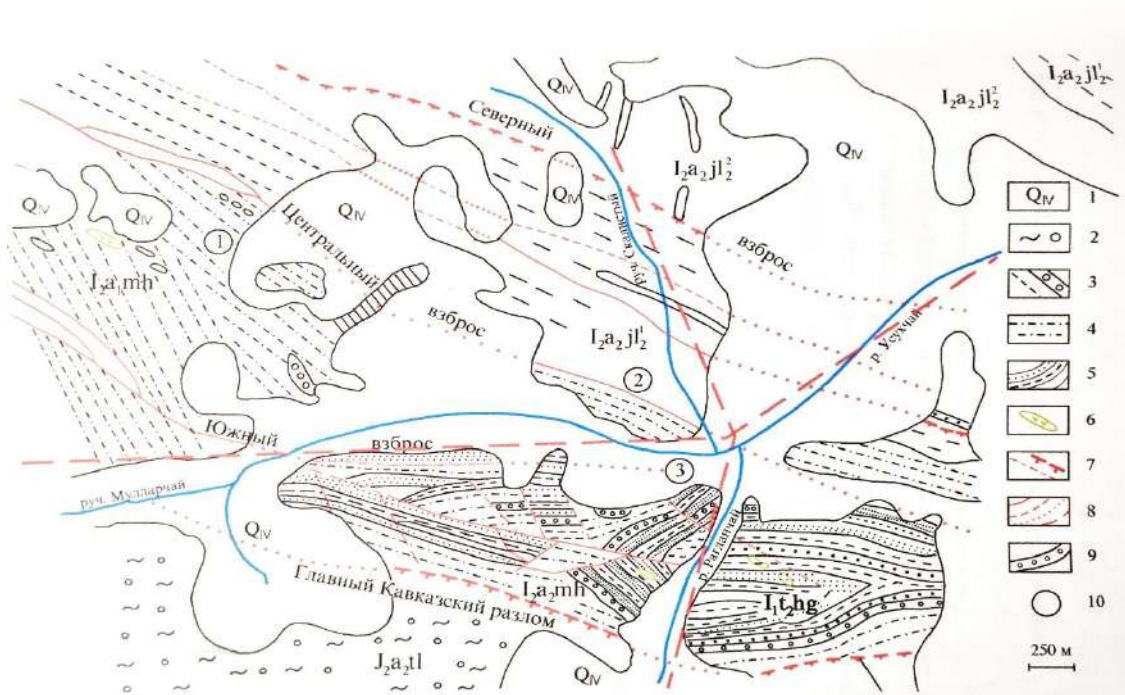
Хал-Тукиркильское рудное поле расположено за пределами зоны Главного Кавказского разлома, в его северном блоке. Ее тектоническая структура (разрывы) была не очень интенсивна, что не дало возможности долине р. Каминчай (левый приток р. Ахтычай) выработать хорошо выраженную котловину, а рудопроявление Цимирци располагается на боковом водоразделе р.р. Самур – Ахтычай, его можно отнести к северной границе Борчинской котловины. Яглы-Гюнейское рудное поле (с жильным оруденением), так же располагается за пределами влияния зоны Главного Кавказского разлома, на боковом водоразделе р.р. Маза – Ахтычай. Северо-западная часть зоны (кварц-халькопиритовые жилы) располагаются в Смугульской эрозионно-аллювиальной котловине.

Бежтинской части Бежтино-Самурской депрессии можно привести совмещенность рудных зон с эрозионно-аллювиальными котловинами для Цумелухского проявления в Тляратинской котловине, Кутлабское рудное поле – в одноименной котловине, Мушдакское рудопроявление в котловине верховьев р. Симбирис-Хеви и др.

Таким образом, мы можем сделать вывод о закономерности совмещения рудных объектов с эрозионно-аллювиальными котловинами. Котловины зоны Главного хребта образуются на участках тектонически хорошо проработанных, т.е. с интенсивной тектоникой. Такие участки хорошо видны на тектонических картах (М 1:100 000, 1:200 000) с разрывными нарушениями, а также на участках где проводилось крупномасштабное (1:5 000-1:25 000) картирование – Куруш-Мазинская рудоносная зона (рис. 1), Хнов-Борчинский рудный район и др. Отсюда следует изучение значения эрозионно-аллювиальных котловин в сочетании с тектоникой, как геоморфологического поискового признака на рудные полезные ископаемые.

С эрозионно-аллювиальными котловинами связаны не только рудные зоны, но и термальные источники. Так в пределах Хновской котловины в ее левом борту отмечены термальные сероводородные источники, во влиянии Главного Кавказского разлома. Группа аналогичных источников отмечена в Курукал-Ахтынской котловине, в Талгинской котловине известны сероводородные источники с высокой концентрацией сероводорода, в долине р. Симбирис-Хеви известен термальный радоновый источник. Т.е. в этом случае так же «работает» связь: разломы, наложенные на них долины, котловины, вскрывающие термальные водоносные зоны.

Разведанные промышленные колчеданные месторождения на Восточном Кавказе - Физличай, Кацдаг, Катех (Азербайджан) и в Дагестане – Кизил-Дере имеют зоны окисления. Наиболее обширная зона отмечена на Кизил-Дере. Она изучалась при разведке месторождения и специальными тематическими исследованиями.



- 1- четвертичные отложения (речные, склоновые и др.),
 - 2 - $J_2a_2tl_2$ - Тулларчайская свита, преимущественно глинистые породы с конкрециями,
 - 3 - $J_2a_2jl_2^{1-2}$ - Верхнеялахкамская подсвита - аргиллиты подсвита, чередования аргиллитов, песчаников,
 - 4 - J_2a_1mh - Михрекская свита, чередования аргиллитов, песчаников.
 - 5 - J_2t_2ng - Ногабская свита преимущественно песчаные породы,
 - 6 - дайки диабазов,
 - 7 - тектонические нарушения неясного типа - (1) установленные, (2) предполагаемые,
 - 8 - взбросы - (1) установленные, (2) предполагаемые, (3) положение разломов под наносами, длинными штрихами показаны разломы выделенные по геоморфологическим данным,
 - 9 - конгломераты,
 - 10 - жильные полиметаллические проявления: 1 - Курушское, 2 - Скалистое, 3 - Рогданчайское.
- Карта составлена с использованием материалов съемочных работ Л.В. Пшеничного и др. (1964), М.С. Рыпинского и др. (1965), Э.С. Паниева и др. (1982).

Рис. 1. Схематическая карта Курушской эрозионно-аллювиальной котловины.

Основной вывод, который сделан при этом изучении, сводится к следующему: зона окисления сформировалась в палеогене, при образовании линейных кор выветривания. Затем, в период активизации формирования долины р. Ахты-чай, линейная кора выветривания была вовлечена в процесс воздымания и эрозии. Зона окисления начала размываться и подновляться уже в плейстоцене. Таким образом, сформировался ее современный облик. При этом отметим, что в настоящее время граница зоны окисления проходит на правобережье р. Кизил-Дере частично ниже стока поверхностных вод и на левобережье - выше уровня вод (русла р.р. Ахты-чая, Кизил-Дере, окружающих месторождение). С этим положением согласуются факты наличия осыпей щебня пород, вмещающих месторождение, сцементированных гидроокислами железа, образующихся при окислении колчеданных руд; интенсивной пропитки рыхлого аллювиального материала террас (V, IV, III) речки Кизил-Дере, прилегающих к левобережной залежи. Это говорит о том, что в плейстоцене и даже в голоцене проходили интенсивные процессы окисления и выноса продуктов окисления выветрелой части месторождения. Большая часть их вынесена за пределы рудного поля.

Из литературы известно, что древние коры выветривания и зоны окисления для альпийских систем не характерны. Это и приведенные факты, заставляют усомниться в палеогеновом возрасте формирования зоны окисления и последующим ее подновлением в плейстоцене. Для

прояснения этих вопросов обратимся к истории формирования рельефа и соотношения его с образованием зоны окисления.

Территория долины р. Ахты-чай в палеогене была сушей и на ней могли формироваться древние линейные коры выветривания по глубинным разломам, рудным зонам. При этом на Кизил-Дере должна была сформироваться толща окисленных и выщелоченных сульфидных руд - кварцевая сыпучка, "сухари" цвета гидроокислов железа, исходя из тех предпосылок, которые приводит Г.С. Фесенко (1974). Эта зона при воздымании территории должна разрушаться, ее продукты (кварцевая сыпучка, "сухари") могли попадать в рыхлый материал речных террас, но мы его не находим в четвертичных отложениях долин Кизил-Дере, Ахты-чай, исключая пропитку аллювиальных террас первой гидроокислами железа. Это свидетельствует о том, что окисленный и выщелоченный материал оставался на месте, а растворенные компоненты выносились в долину. Материал линейной коры выветривания нигде не отмечен на всем протяжении глубинного (Ахтычайского) разлома.

Второй момент, который заслуживает внимания - это то, что зона окисления была сформирована до заложения долин р.р. Ахты-чая и Кизил-Дере [10]. При этом вторая (правый приток Ахты-чая) заложена позже или одновременно с долиной основного водотока. Зона окисления сульфидных залежей, хотя и не дезинтегрированная, конечно, представляет собой более ослабленную зону по сравнению с вмещающими породами песчано-глинистого состава средней юры. И долины водотоков в первую очередь будут закладываться по наиболее ослабленным участкам. Зоны окисления право- и левобережной залежей месторождения Кизил-Дере расположены во влиянии долин Ахты-чая и Кизил-Дере. Более того, долина р. Кизил-Дере прошла между двумя залежами месторождения - право- и левобережной. Все это позволяет усомниться в палеогеновом возрасте рассматриваемой зоны окисления и обосновать схему ее формирования в плейстоцене.

В палеогене линейные коры химического выветривания, вероятно, и существовали, но месторождения они не затрагивали. С воздыманием территории в послесарматское время и линейные, и площадные коры выветривания были уничтожены, возможно, по линейной коре, над глубинным Ахтычайским разломом, была заложена долина р. Ахты-чай. В процессе эрозии уже в плейстоцене (Q 3-4) рудная зона месторождения была вскрыта, и началось формирование зоны окисления. При такой схеме нет необходимости рисовать эродированной по вертикали одну треть месторождения. Это подтверждается и геолого-минералогическими данными. На левобережной зоне окисления кварцевая сыпучка и кварцевые "сухари" в подавляющей массе представлены кварцем белого цвета. Здесь отсутствует характерная для зоны окисления колчеданного месторождения железная шляпа, определенные следы ее можно усмотреть только на правобережной зоне. Сравнение кварца зоны окисления и кварца всех типов сульфидных руд колчеданных залежей показывает их различие по геохимии и рентгеноструктурным параметрам. Предполагается, что одна треть колчеданных залежей была срезана процессами окисления. Все противоречия устраняются при схеме плейстоценового вскрытия рудных тел с формированием зоны окисления. При этом снижение днища долин рек (уровня стока поверхностных вод) постоянно опережало продвижение фронта окисления сульфидных руд.

Плейстоценовое вскрытие рудных тел характерно и для всех рудных полей Горного Дагестана с колчеданным и жильным кварц-сульфидным оруденением. Если бы рудная минерализация была захвачена древними (третичными) корами выветривания, то мы бы лишились металлогении на территории Восточного Кавказа. Иная была бы минералогия тяжелой фракции (в ней не было бы сульфидов) и геохимия рыхлых отложений водотоков региона.

Металлогенические зоны колчеданных и жильных кварц-сульфидных руд с основными минералами железа (пирит-пирротин), цинка (сфалерит), меди (халькопирит), кобальта (кобальтин) прослеживаются в пределах Главного хребта, южной части Бокового хребта и Бежтино-Самурской депрессии между ними. Данные зоны дренируются речками Усухчай, Ахты-чай, Самур (выше с. Гельмец) и его притоками в этой части долины, Джурмут, Хзан-Ор с притоками в

верховьях Аварского Койсу, Метлюда с притоками в верховьях Андийского Койсу. Это предопределяет возможность повышенного содержания тяжелых металлов в дренирующих эти зоны водотоках и в тех, в которые они впадают.

Южнодагестанский ртутно-рудный район (с проявлениями киновари Хпек, Казардикам, Гапцах и др.) прослеживается в бассейне р. Курах. Это обуславливает возможность повышенного содержания ртути в водах бассейна р. Гюльгерычай. Шлиховые ореолы киновари и самородной ртути известны и за пределами ртутнорудного района, например, в Каладжухской эрозивно-аллювиальной котловине долины р. Усучай, в бассейнах р.р. Уллучай, Герга, Гамри-Озень. В последних устанавливается ореолы повышенного содержания ртути в коренных породах и аномалии в водных источниках с содержанием ртути до 7-15 мг/л., что превышает ПДК ртути в почвах в 3-7 раз, а в воде на 3-4 порядка. Это обязывает при проведении мониторинга на тяжелые металлы определять содержание ртути в речных водотоках бассейнов р.р. Самур, Гюльгерычай, Уллучай.

Прорезая меловые хребты, долины рек Сулака, Казикумухского Койсу, Акуша и др. пересекают целестиноносную провинцию (проявления Синие камни, Вицхи и др.), приуроченную к границе верхнеюрских и нижнемеловых отложений. За счет этого здесь в водах возможно повышенное содержание стронция (нерадиоактивного) и бария.

Нерудные полезные ископаемые. Используя формационную основу для классификации нерудного сырья Дагестана Г.К. Керимов и др. (1990) выделяет восемь формаций по возрасту, вещественному составу и генетическим особенностям. Из них гравийно-галечно-песчано-глинистая плиоцен-антропогеновая формация полностью связана с процессами формирования долин, прибрежной зоны и приморской низменности, в условиях конэрозионного развития рельефа. Она представлена галечниками, песками, конгломератами, песчанистыми глинами, известняками, ракушечниками, суглинками, песками морского и континентального генезиса. Залегают они на размытой и глубоко расчлененной поверхности более древних образований. Мощность формации достигает 1800 м. Значительная площадь территории Терско-Каспийского прогиба в отношении поисков месторождений неметаллического минерального сырья изучена слабо, исключая современную прибрежную полосу, где выявлены и разведаны многочисленные месторождения гравийно-галечной смеси, песков, суглинков.

Континентальные отложения формировались в условиях значительного подъема территории, вызвавшего образование глубоких, неогеновых и четвертичных долин и ступенчатых эрозийных водораздельных склонов. Долины рек Сулака, Самура, Уллучая, Гюльгерычая и др. заложены еще в неогене и активно развивающиеся в антропогене. Поэтому в них отмечаются наиболее мощные комплексы аллювиальных отложений. В качестве полезных ископаемых используются: гравий, песок, суглинки, глины, галька, щебень (элювиально-делювиальные отложения) валуны, глыбы.

Месторождения, генетически связанные с формированием долин рельефа территории, играют важную роль в хозяйственной деятельности жителей региона. Наличие многочисленных месторождений стройматериалов выдвигает на первое место проблему рационального их использования с максимальным приближением к потребителям.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 122032200278-1.

Литература

1. Гурлев И.А. Природные зоны Дагестана. Махачкала. Дагучпедгиз, 1972, 212 с.
2. Ибрагимов Д.М. Структурно-геоморфологические особенности восточной части северного склона Кавказа // Структурно-геоморфологические исследования в Прикаспии. Гостоптехиздат. Москва. 1962. С. 264-286.

3. 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.
4. Керимов Г.К. Отчет по теме 12.2.3.1.1. «Закономерности формирования месторождений неметаллических полезных ископаемых Дагестана и разработка научных основ их поисков и рационального освоения» (1986-1990г.г.). Махачкала. 1990. 513 с.
5. Короновский Н.В., Кожевников А.В., Панов Д.И. и др. История геологического развития и формирования структуры центральной части Терско-Каспийского передового прогиба. // Геология и полезные ископаемые Большого Кавказа. М.: Наука. 1987.С. 147-174.
6. Мацапулин В.У., Юсупов А.Р., Мацапулина Е.В. Терригенная минералогия тяжелой фракции и металлогения осадочных комплексов мезо-кайнозоя Восточного Кавказа. - Геология минерально-сырьевые и топливно-энергетические ресурсы Дагестана. Тр. ИГ ДНЦ РАН. Вып. 46. 1997.С. 96-98.
7. Мацапулин В.У., Тулышева Е.В., Исаков С. И. Т. И. Абдулганиева Экологические уроки месторождения Кизил-Дере / // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2017. № 70. С. 56-58.
8. Никитин М.Ю. Неотектоника Восточного Кавказа. - Бюл. МОИП, отдел геол., 1987. Т. 62. № 3. С. 21-36.
9. 8.Савин С.В. Геологическое строение Приводораздельной металлогенической зоны Большого Кавказа //Геология рудных месторождений. 1978.С. 13-23.
- 10.Сафронов И.Н. Проблемы геоморфологии Северного Кавказа и поиски полезных ископаемых. Ростов Н/Д. Изд-во Ростов. ун-та. 1983. 160 с.
- 11.Тулышева Е.В., Исаков С.И. Краткая металлогеническая изученность Горного Дагестана // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа: Коллективная монография по материалам XI Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Том XII. Москва: Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, 2022. С. 204-207.
- 12.Фесенко Г.С. Особенности строения и минералогии зоны окисления медно-пирротинового месторождения Кизил-Дере в Горном Дагестане. МОИП, отдел геол. Вып. 4. 1974.С. 150.
- 13.Шолпо В.Н. Альпийская геодинамика Большого Кавказа. М.: Недра. 1978.176с.

УДК: 551.2

DOI: 10.33580/2541-9684-2024-96-1-10-17

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ДИФФУЗИИ МЕТАНА
УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ*Гайдаров Б.А.**Институт геологии ДФИЦ РАН, e-mail: batir.gaidarov@gmail.com*

Коэффициент диффузии является критическим фактором в процессе извлечения метана из угольных пластов (МУП), и его точная характеристика имеет первостепенное значение. Однако общепринятая практика экспериментальных измерений газодиффузии часто включает использование частиц угля вместо объемных образцов, что ведет к упущению эффектов разрушения угольной структуры. Наше исследование нацелено на оценку коэффициентов диффузии как в трещиноватых, так и в непроницаемых объемных образцах угля, что позволяет пролить свет на динамику газовой диффузии в различных пористых и трещиноватых конфигурациях. В рамках этого исследования были проведены эксперименты по встречной диффузии с целью измерения коэффициентов диффузии в объемных образцах угля при различных временах диффузии, различных уровнях давления и давления газа. Полученные результаты подчеркивают, что коэффициент объемной диффузии демонстрирует изменчивость в зависимости от окружающего давления и давления газа, что подчеркивает существенное воздействие внутренних пор и структуры трещин угля на коэффициент диффузии.

Ключевые слова: метан угольных пластов, угольный газ; коэффициент объемной диффузии; коэффициент локальной диффузии; метод контрдиффузии; рентгеновская компьютерная микротомография

EXPERIMENTAL METHOD OF COALBED METHANE DIFFUSION COEFFICIENT
MEASUREMENT*Gaidarov B.A.**Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, RAS**e-mail: batir.gaidarov@gmail.com*

The diffusion coefficient is the largest factor in the coal bed methane recovery (CBM) process and its accurate characterization is of paramount importance. However, common practice in experimental gas diffusion measurements often involves the use of batteries instead of bulk samples, which tends to miss the effects of the carbon structure. Our study focuses on measuring the diffusion coefficient in both fractured and impermeable bulk coal samples, which sheds light on the dynamics of gaseous diffusion in various porous and fractured forms. As part of this study, counter-diffusion experiments were carried out to measure the diffusion coefficients in the volumes of coal samples at different diffusion periods, different pressure levels and gas pressure. The obtained results indicate that the volume diffusion coefficient has variability depending on the ambient pressure and gas pressure, which leads to a significant impact of internal pores and the structure of fracture sources on the diffusion coefficient.

Keywords: coalbed methane; local diffusion coefficient; bulk diffusion coefficient; counter-diffusion method; X-ray micro-computed tomography.

В процессе проведения экспериментов были измерены коэффициенты диффузии сыпучих образцов угля при различных временах диффузии, разных уровнях всестороннего давления и давления газа. Методика измерения основывалась на принципе встречной диффузии. Полученные результаты свидетельствуют о том, что объемный коэффициент диффузии меняется в зависимости от уровней всестороннего давления и давления газа, что указывает на влияние внутренней структуры пор и трещин в угольных образцах на данный коэффициент диффузии. Результаты зависимости коэффициента диффузии от времени показывают, что коэффициенты диффузии стабилизируются через 24 часа в пределах от 1×10^{-10} м²/с до 2×10^{-10} м²/с. Локальные коэффициенты диффузии были определены с использованием изображений рентгеновской микрокомпьютерной томографии газа криптона, диффундирующего через образец угля (Ван Ю., Лю С., 2016). Они превышали коэффициенты диффузии массивных образцов, которые составляли порядка $\sim 10^{-9}$ м²/с. Вариации коэффициентов локальной диффузии указывали на неоднородность угля, тем самым подтверждая важность измерений как локальной, так и объемной диффузии при характеристике угля (Чжао В., Ченг Ю., Пан З., Ван К., Лю С., 2019).

1. Экспериментальная установка и методика

1.1 Образцы угля

Объемный и локальный коэффициенты диффузии оцениваются с использованием неразрушающих методов. Всего было испытано 13 образцов угля. Размеры выборки приведены в Таблице 1. Маркировка А-D используется для дифференциации образцов из 4 разных угольных шахт. Образцы угля, извлеченные из шахты А, С и D, представляют собой битуминозный уголь с небольшим количеством видимых трещин. Образцы из шахты В более трещиноваты, относятся к антрацитовым углям с субметаллическим блеском.

Таблица 1.

Размеры образцов угля из 4 разных угольных шахт.

№ образца	Имя образца	Диаметр [мм]	Длина [мм]
1	A1	52	25
2	A2	52	25
3	A3	52	25
4	B1	45	25
5	B2	45	25
6	C1	52	25
7	C2	52	25
8	D1	45	25
9	D2	52	25
10	D3	45	25
11	D4	52	25
12	D5	45	25
13	D6	45	25

1.2 Методика эксперимента

Научное обоснование и методика проведения эксперимента описана в “Экспериментальный метод измерения коэффициента диффузии метана угольных пластов” (Гайдаров, 2023)

1.3 Измерение концентрации газа

Собранные пробы газа использовались для измерения концентрации (Флеминг, Дж. С., 1989). Использовался прибор GC-TCD Agilent 7980 GC. Температура печи была изотермической - 50°C в течение 9-минутного цикла. Температура TCD была установлена на 180 °C, с эталонным потоком 18 мл / мин и постоянным потоком подпитки 6 мл / мин (водород). Отрицательная полярность использовалась для обнаружения метана и гелия, но не для других газов (Jira et al., 2008). Применялся сертифицированный газовый шланг Agilent 7890. В качестве газа-носителя использовался водород с соотношением разделения потоков 10:1 (Касслер, Э.Л., Касслер, Эдвард Лансинг, 1997). Поток через колонку и септу был зафиксирован на уровне 3,2 мл/мин и 3,0 мл/мин соответственно. Образцы (100 мкл) вводили вручную с помощью газонепроницаемого шприца, при этом температура введения составляла 30 °C. Анализ данных проводили с использованием программного обеспечения Chemstation. Данные, полученные с помощью GC-TCD, были сопоставлены с кривой внешней калибровки, полученной с использованием ряда газовых смесей метана и гелия с точностью 99,81%, основанной на % отклика площади TCD.

2. Результаты эксперимента

2.1 Коэффициенты диффузии при разном времени диффузии

Газообразные метан и гелий отбирали через 4 ч, 48 ч, 72 ч, 144 ч, 166 ч, 190 ч, 214 ч, 238 ч и 309 ч при постоянном давлении газа (2,41 МПа) и всестороннем давлении (2,76 МПа), для чтобы можно было контролировать концентрацию газа в зависимости от времени в двух выпускных камерах. На рис.1 представлены измеренные концентрации газа $C_{m,t}$ во времени t . Измерения, зарегистрированные в момент времени 0, представляют собой значения, измеренные через 24 часа после открытия двух газовых камер. Измерения времени 0 смещены к концентрации 100%, и смещение было применено ко всем последующим измерениям. Были испытаны два образца угля, из которых образец D4 был хорошо трещиноват, а образец D5 имел лишь несколько видимых трещин. Кроме того, измеренные концентрации газа не всегда в сумме составляли 100%, хотя давление было постоянным. Расхождение было вызвано экспериментальными ошибками при измерении и отборе проб концентрации газа, в том числе загрязнением воздуха при отборе проб и ошибкой, связанной с измерением газовой концентрации.

Изменение концентрации в образце D4 было более быстрым, чем в образце плотного угля (D5), поскольку было больше взаимосвязанных трещин. На рис.1 видно, что за время диффузии (310 ч) концентрация метана в метановой камере образца D4 уменьшилась со 100 до 89,0 %, а концентрация гелия изменилась с 0 до 2,54 %. При этом в гелиевой камере концентрация метана увеличилась с 0 до 11,6 %, а концентрация гелия уменьшилась со 100 до 80,6 %. Плотный образец D5 имел такую же тенденцию изменения концентрации; однако изменение концентрации в обеих камерах было меньше, чем в D4. Это произошло из-за того, что этот образец был однородно плотным, что снизило транспорт газа через образец угля (Кларксон, Ч.Р., Бастин, Р.М., 1999). Такие эффекты можно было наблюдать только тогда, когда объемные образцы использовались для сохранения сети трещин. Это будет рассмотрено далее в разделе 2.2.

Однако наблюдается массовый дисбаланс между двумя газами. Это связано со следующими причинами: 1) несмотря на то, что образец был насыщен метаном в течение 3 часов до начала диффузии газа, адсорбция метана все еще медленно шла во время диффузии, вызывая потерю массы газообразного метана; 2) концентрации газов измерялись с помощью прибора GC-TCD, который имел разную чувствительность к разным типам газа. В результате измеренные концентрации гелия были не такими точными, как концентрации метана; 3) Процесс отбора проб газа и подачи газа в прибор GC-TCD имел некоторые неизбежные ошибки из-за ручных операций.

Тренд концентрации метана несколько отличался от тренда концентрации гелия. Однако для расчета газовой диффузии изменение концентрации газообразного гелия использовалось для всех расчетов диффузии, поскольку были незначительные ошибки в отборе проб газа, измерениях ГХ и показаниях датчика давления для газообразного метана (Лу, Х., Армстронг, Р.Т., Мостагими, П., 2020а).

Значения коэффициента диффузии в разное время для образцов угля D4 и D5 представлены на рис. 2, что указывает на то, что коэффициент диффузии незначительно менялся со временем. Результаты коэффициента диффузии содержат ошибки, вызванные датчиками давления, измерениями газовой хроматографии, отбором проб газа и объемом мертвого газа, который представляет собой объем внутри системы. С учетом этих ошибок общая частота ошибок составила ~10%, что было представлено полосами ошибок на рис. 2. Для образца D5 вначале можно было наблюдать небольшое уменьшение коэффициента диффузии со временем. Причин уменьшения коэффициента диффузии было несколько. Однако, исходя из настоящих результатов, эффект минимален. Одна из возможных причин заключается в том, что уголь со временем набухает из-за адсорбции метана на угле, что приводит к уменьшению размера пор. Вторая причина может заключаться в том, что газ сначала диффундировал через макропоры, прежде чем попасть в

микропоры. Полученные результаты свидетельствовали о том, что изменения коэффициента диффузии находились в пределах одного порядка.

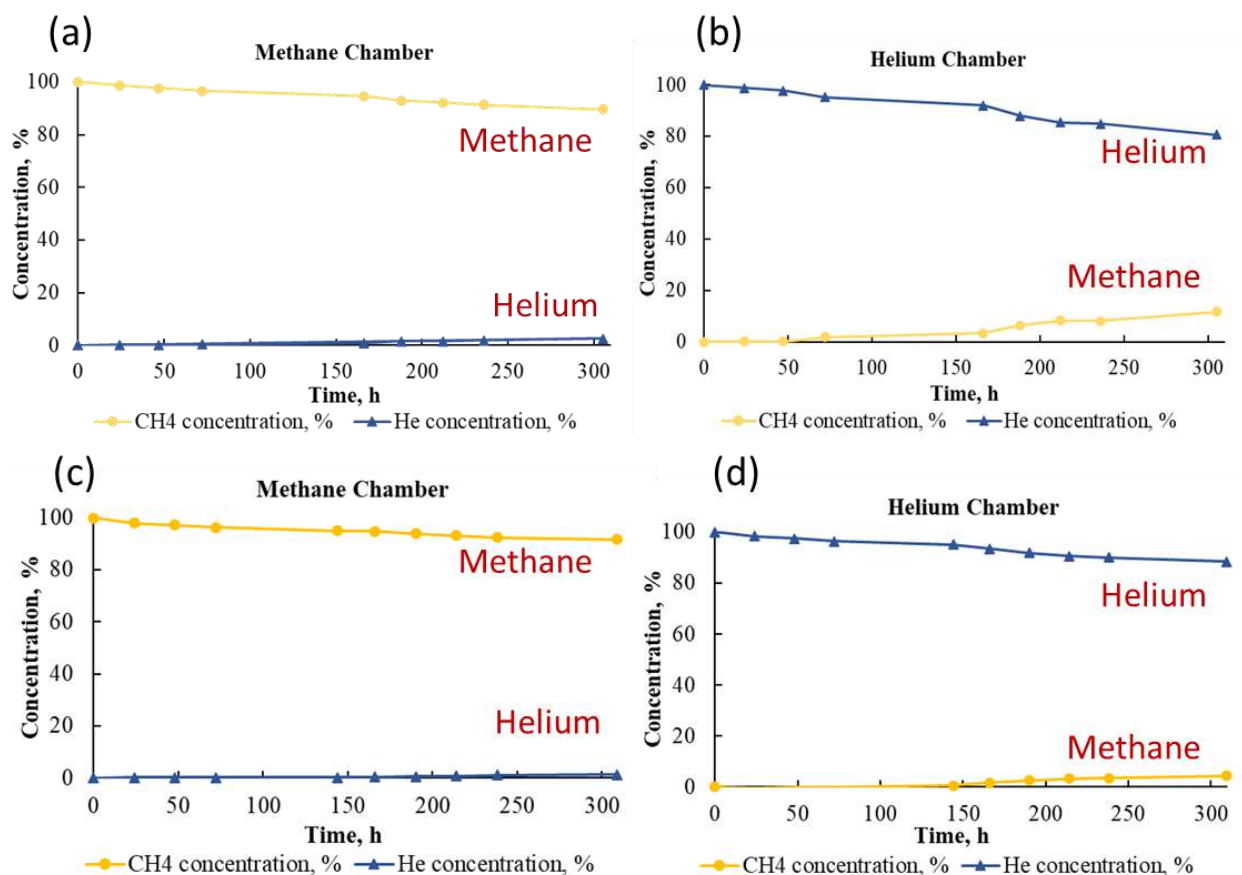


Рис. 1. Изменение концентрации газа для образцов D4 (a, b) и D5 (c, d) с ходом времени. Концентрация метана в метановой камере уменьшается со временем диффузии от 100 до 89% и 92% для D4 (a) и D5 (c) соответственно. Концентрация гелия в гелиевой камере снижается до 80,63 % и 88 % для D4 (b) и D5 (d) соответственно.

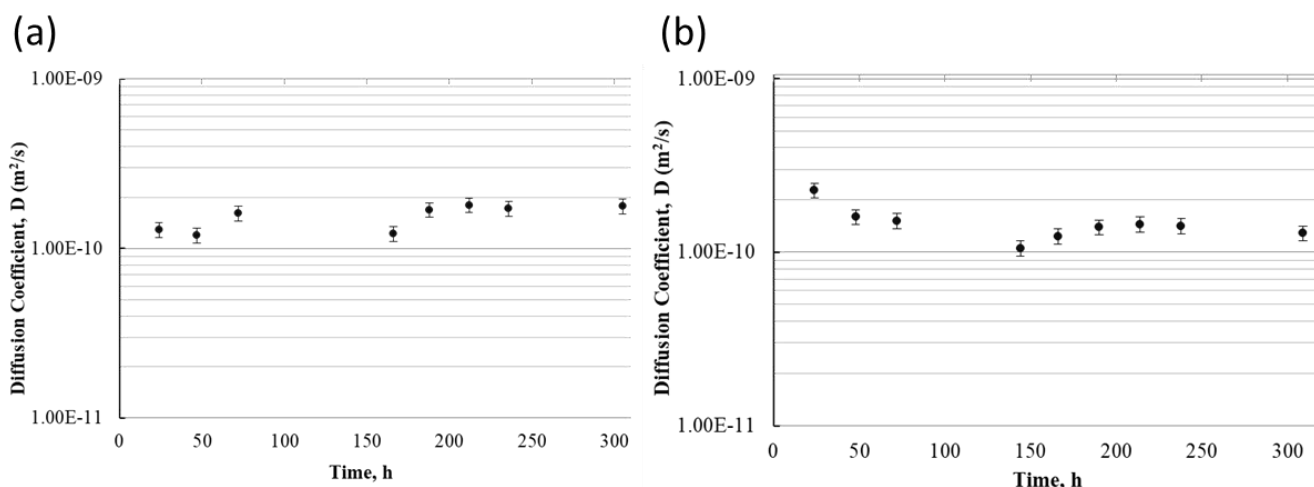


Рис. 2. Коэффициенты диффузии метана при различном времени диффузии для образцов (a) D4 и (b) D5.

2.2 Коэффициенты диффузии различных образцов угля

Были измерены коэффициенты диффузии различных образцов угля при одинаковом давлении газа (2,41 МПа) и всестороннем давлении (2,76 МПа). Установлено, что коэффициенты диффузии становились относительно стабильными через 72 ч. (Рисунок 2). Поэтому коэффициент диффузии через 72 часа является стабилизированным коэффициентом объемной диффузии. Измеренные значения представлены в таблице 2. По наблюдениям, образцы А3, С1 и С2 были хорошо разрушенными образцами, в результате чего коэффициент диффузии достигал $8,39 \times 10^{-10} \text{ м}^2/\text{с}$. Остальные образцы угля не имели видимых трещин, что привело к более низким коэффициентам диффузии в пределах 1×10^{-10} – $2 \times 10^{-10} \text{ м}^2/\text{с}$. Это изменение вызвано сетью трещин, обеспечивающей пути для миграции газа, обусловленной концентрацией.

Таблица 2.

Коэффициенты диффузии разных образцов.

№ образца	Образец	Коэффициент диффузии ($\times 10^{-10} \text{ м}^2/\text{с}$)	Образец наблюдения
1	A1	2,22	Сильно трещиноватый
2	A2	1,89	Плохо трещиноватый
3	A3	5.21	Сильно трещиноватый
4	B1	2,97	Сильно трещиноватый
5	B2	1,23	Плохо трещиноватый
6	C1	4,68	Сильно трещиноватый
7	C2	8,39	Сильно трещиноватый
8	D1	1,38	Плохо трещиноватый
9	D2	2,51	Сильно трещиноватый
10	D3	1.10	Плохо трещиноватый
11	D4	1,61	Плохо трещиноватый
12	D5	1,52	Плохо трещиноватый

Выводы

Диффузия газа в угле является важным фактором, поскольку она влияет на скорость образования метана из резервуаров КСГ и на скорость предварительной дегазации из угольных шахт. Диффузия газа происходит не только в угольной матрице, но и во взаимосвязанных трещинах. Таким образом, определение коэффициентов диффузии для объемных образцов угля имеет решающее значение, поскольку позволяет изучить и проанализировать влияние многомасштабной внутренней структуры угля на диффузию газа, включая как объемные, так и локальные коэффициенты диффузии. По результатам измерения встречной диффузии установлено, что объемный коэффициент диффузии трещиноватого угля выше, чем у плотных образцов угля, что указывает на влияние внутренней структуры на диффузию газа. Кроме того, показано, что коэффициент диффузии значительно варьируется при различных условиях нагрузки, что еще больше подчеркивает значение внутренней структуры для диффузии газа (Лу, Х., Армстронг, Р.Т.,

Мостагими, П., 2020b). В то время как метод частиц, который применяется чаще, не позволяет сохранить внутреннюю структуру угля, так что полученные коэффициенты диффузии не могут отражать истинную диффузионную способность угля.

Кроме того, стандартный метод встречной диффузии измеряет только одно значение коэффициента диффузии для каждого условия. Измерение коэффициента диффузии в режиме реального времени в течение всего процесса диффузии представляет собой сложную задачу, поскольку при отборе проб газа трудно поддерживать условия, при которых варьируется только концентрация газа. В этой работе использовался усовершенствованный метод встречной диффузии, чтобы получить зависящую от времени диффузию во время непрерывного процесса диффузии газа. Усовершенствованная схема эксперимента позволяет многократно отбирать пробы газа без возникновения разницы давлений, чтобы обеспечить постоянную диффузию газа, обусловленную концентрацией. Установлено, что коэффициент диффузии колеблется в течение первых 72 ч. диффузии, затем становится относительно стабильным (Сюй Х., Тан Д., Чжао Дж., Ли С., Тао С., 2015).

Для изучения коэффициентов локальной диффузии применялся микро-КТ. Образец сканировали с тремя разными временными интервалами, чтобы можно было визуализировать криптон, диффундирующий из криптоновой камеры через образец в гелиевую камеру. Сделан вывод, что локальные коэффициенты диффузии через 48 часов, измеренные по изображениям микро-КТ, были порядка 10^{-9} м²/с, что больше коэффициента объемной диффузии ($\sim 10^{-10}$ м²/с). Кроме того, наблюдался большой разброс локальных коэффициентов диффузии, свидетельствующий о неоднородности угля. Сравнивая изображения микро-КТ, сделанные в разное время диффузии, и соответствующие значения шкалы серого, обнаружено, что криптон рассеивается быстрее в течение первых 24 часов, чем во второй день.

Однако в эксперименте по встречной диффузии есть некоторые неизбежные источники неточностей, например вызванное адсорбцией падение давления на стороне метана. Несмотря на то, что мы оставили метановую камеру открытой для источника газа в течение некоторого времени, чтобы свести к минимуму падение давления, адсорбция газа все еще продолжается во время процесса диффузии. Небольшой разницы давлений и потери массы нельзя избежать, но они находятся в допустимом диапазоне ошибок. Кроме того, из-за ограничения разрешения микро-КТ изображений можно было анализировать только области с высокой концентрацией криптона для получения локального коэффициента диффузии. Будущие исследования должны быть сосредоточены на влиянии размера образца, типа газа и температуры на объемный коэффициент диффузии.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 122032200278-1.

Литература

1. Баррер Р.М., 1974. Молекулярные сита. Природа 249, 783–783. <https://doi.org/10.1038/249783a0>
2. Цай Ю., Пан З., Лю Д., Чжэн Г., Тан С., Коннелл Л., Яо Ю., Чжоу Ю., 2014. Влияние давления и температуры на диффузию газа и потока для первичного и расширенного извлечения метана из угольных пластов. Энергия, разведка и эксплуатация 32, 601–620. <https://doi.org/10.1260/0144-5987.32.4.601>
3. Чен, М.-Ю., Ченг, Ю.-П., Чжоу, Х.-С., Ван, Л., Тянь, Ф.-К., Джин, К., 2017. Воздействие магматических интрузий на уголь Структура пор, десорбция и диффузия метана в угле, газообразование. Экологические и инженерные науки о Земле 23, 191–207. <https://doi.org/10.2113/gsegeosci.23.3.191>
4. Кларксон, Ч.Р., Бастин, М., 2011 г. Метан угольных пластов: текущие полевые методы оценки. SPE Reservoir Evaluation & Engineering 14, 60–75. <https://doi.org/10.2118/131791-PA>
5. Кларксон, Ч.Р., Бастин, Р.М., 1999а. Влияние пористой структуры и давления газа на транспортные свойства угля: лабораторно-моделированное исследование. 2. Моделирование скорости адсорбции. Топливо 78, 1345–1362. [https://doi.org/10.1016/S0016-2361\(99\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0016-2361(99)00056-3)

6. Кларксон, Ч.Р., Бастин, Р.М., 1999b. Влияние пористой структуры и давления газа на транспортные свойства угля: лабораторно-моделированное исследование. 2. Моделирование скорости адсорбции. *Топливо* 78, 1345–1362. [https://doi.org/10.1016/S0016-2361\(99\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0016-2361(99)00056-3)
7. Касслер, Э.Л., Касслер, Эдвард Лансинг, 1997. Диффузия: массоперенос в жидких системах. Издательство Кембриджского университета.
8. Донг Дж., Ченг Ю., Лю К., Чжан Х., Чжан К., Ху Б., 2017. Кажущиеся и истинные коэффициенты диффузии метана в угле и их взаимосвязь с десорбционной способностью метана. *Энергетическое топливо* 31, 2643–2651. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.6b03214>
9. Донг, Дж., Ченг, Ю., Пан, З., 2020. Сравнение переходной и псевдостационарной диффузии метана в угле и последствия для контроля метана в угольных пластах. *Журнал нефтяной науки и техники* 184, 106543. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.106543>
10. Флеминг, Дж. С., 1989. Методика использования изображений КТ для коррекции затухания и количественного определения в ОФЭКТ. *Сообщения по ядерной медицине* 10, 83–97.
11. Глазго, Луизиана, 2010. Транспортные явления: введение в дополнительные темы. Джон Уайли и сыновья.
12. Хамаванд, И., Юсаф, Т., Хамаванд, С.Г., 2013. Газ угольных пластов и попутная вода: обзорный документ. *Обзоры возобновляемых и устойчивых источников энергии* 22, 550–560. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.02.030>
13. Харпалани, С., Оуян, С., 1999. Новый лабораторный метод оценки газодиффузионных характеристик угля. Симпозиум по шахтной вентиляции США.
14. Киссел, Ф.Н., *Справочник по контролю метана в горнодобывающей промышленности* 188.
15. Леупен О.Х., Ван Лун Л.Р., Гимми Т., Версин П., Солер Дж.М., 2017 г. Изучение процессов диффузии и сорбции в горной лаборатории Мон-Терри (Швейцария): уроки, извлеченные из 20-летних полевых исследований. *Swiss J Geosci* 110, 391–403. <https://doi.org/10.1007/s00015-016-0254-z>
16. Леви, Дж. Х., Дэй, С. Дж., Киллингсли, Дж. С., 1997. Метановые емкости углей бассейна Боуэн в зависимости от свойств угля. *Топливо* 76, 813–819. [https://doi.org/10.1016/S0016-2361\(97\)00078-1](https://doi.org/10.1016/S0016-2361(97)00078-1)
17. Лю, С., Харпалани, С., 2014. Оценка изменений напряжения на месте при обеднении газом метановых резервуаров угольных пластов. *Журнал геофизических исследований: Solid Earth* 119, 6263–6276. <https://doi.org/10.1002/2014JB011228>
18. Лю, З., Ченг, Ю., Ван, Л., Панг, Б., Ли, В., Цзян, Дж., 2020. Экспериментальное исследование постоянного и зависящего от времени коэффициента динамической диффузии: влияние на метод закачки CO₂. *Топливо* 267, 117283. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.117283>
19. Лу, Х., Армстронг, Р.Т., Мостагими, П., 2020а. Анализ коэффициента диффузии газа в угле с помощью микрокомпьютерной томографии. *Топливо* 261, 116384. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116384>
20. Лу, Х., Армстронг, Р.Т., Мостагими, П., 2020b. Анализ коэффициента диффузии газа в угле с помощью микрокомпьютерной томографии. *Топливо* 261, 116384. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116384>
21. Мейлбро, Л., 1996. Полное решение второго закона Фика о диффузии с зависящим от времени коэффициентом диффузии и поверхностной концентрацией. Полное решение второго закона Фика о диффузии с зависящим от времени коэффициентом диффузии и поверхностной концентрацией 127–158.
22. Мэн, Ю., Ли, З., 2016. Экспериментальное исследование свойств диффузии газообразного метана в угле и факторов, влияющих на него. *Топливо* 185, 219–228. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.07.119>
23. Мостагими П., Армстронг Р.Т., Джерами А., Ху Ю., Цзин Ю., Камали Ф., Лю М., Лю З., Лу Х., Раманди Х.Л., Замани, А., Чжан Ю., 2017 г. Характеристика угля по клише: обзор. *Журнал науки и техники о природном газе* 39, 143–160. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2017.01.025>
24. Собчик, Дж., 2011. Влияние сорбционных процессов на газовые напряжения, приводящие к выбросу угля и газа в лабораторных условиях. <https://doi.org/10.1016/J.FUEL.2010.11.004>

25. Vandamme, M., Brochard, L., Lecampion, B., Coussy, O., 2010. Адсорбция и деформация: CO₂-индуцированное набухание угля. Журнал механики и физики твердого тела 58, 1489–1505. <https://doi.org/10.1016/j.jmps.2010.07.014>
26. Ван Г., Рен Т., Ци К., Лин Дж., Лю К., Чжан Дж., 2017. Определение коэффициента диффузии газа в угле: разработка численного решения. Топливо 196, 47–58. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.01.077>
27. Ван Ю., Лю С., 2016. Оценка диффузионной проницаемости угля в зависимости от давления с использованием коэффициента диффузии метана: лабораторные измерения и моделирование. Энергетическое топливо 30, 8968–8976. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.6b01480>
28. Сюй Х., Тан Д., Чжао Дж., Ли С., Тао С., 2015a. Новый лабораторный метод точного измерения коэффициента диффузии метана и влияющих на него факторов в угольной матрице. Топливо 158, 239–247. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2015.05.046>
29. Сюй Х., Тан Д., Чжао Дж., Ли С., Тао С., 2015b. Новый лабораторный метод точного измерения коэффициента диффузии метана и влияющих на него факторов в угольной матрице. Топливо С, 239–247. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2015.05.046>
30. Чжай, С., Сян, Х., Сюй, Дж., Ву, С., 2016. Характеристики и основные влияющие факторы, влияющие на выбросы угля и газа в китайском горнодобывающем регионе Пиндиншань. Нат Хазардс 82, 507–530. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2195-2>
31. Чжан, Х., Ранджит, П.Г., Лу, Ю., Ранатунга, А.С., 2019. Экспериментальное исследование влияния адсорбции CO₂ и воды на механику угля при всестороннем давлении. Международный журнал угольной геологии 209, 117–129. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2019.04.004>
32. Чжан Ю., Мостагими П., Фогден А., Миддлтон Дж., Шеппард А., Армстронг РТ, 2017a. Измерение локального коэффициента диффузии в сланцах с использованием динамической микрокомпьютерной томографии. Топливо 207, 312–322. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.06.050>
33. Чжан Ю., Мостагими П., Фогден А., Миддлтон Дж., Шеппард А., Армстронг РТ, 2017b. Измерение локального коэффициента диффузии в сланцах с использованием динамической микрокомпьютерной томографии. Топливо 207, 312–322. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.06.050>
34. Чжан, Ю., Мостагими, П., Фогден, А., Шеппард, А., Арена, А., Миддлтон, Дж., Армстронг, РТ, 2018. Покадровая визуализация и характеристика свойств диффузии сланца с использованием 4D X-лучевая микрокомпьютерная томография. Энергетическое топливо 32, 2889–2900. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.7b03191>
35. Чжао В., Ченг Ю., Пан З., Ван К., Лю С., 2019. Диффузия газа в угольных частицах: обзор математических моделей и их приложений. Топливо 252, 77–100. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.04.065>

УДК 551.24

DOI: 10.33580/2541-9684-2024-96-1-18-24

СИНТЕЗ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Устьянцев В.Н.

uvn_50@mail.ru

В статье на количественном уровне обосновывается синтез углеводородов и выявлена роль благородных газов.

Ключевые слова: мантия, земная кора, эмпирические законы.

SYNTHESIS OF MINERAL RAW MATERIALS

Ustyantsev V.N.

uvn50@mail.ru

The article substantiates the synthesis of hydrocarbons at a quantitative level and reveals the role of noble gases.

Keywords: mantle, earth's crust, emirical laws.

«От эмпирических фактов к их обобщению и далее к научному объяснению - плодотворно работает в своем единстве. Все попытки ускорить процесс, за счет исключения сложной и трудоемкой стадии формирования эмпирических обобщений, чреваты искажением общего процесса и созданием иллюзии знания»

(В.И. Вернадский, 1920).

Еще в начале 20-х годов прошлого столетия В.И. Вернадский писал, «о необходимости создания «науки будущего», науки — изучающей «энергетику нашей планеты».

«Химический состав межзвездного газа оказался близок составу атмосфер Солнца и звезд. В нем преобладают атомы водорода (H) и гелия (He), в качестве примесей — кремний (Si), магний (Mg), железо (Fe), алюминий (Al), кислород (O), углерод (C), азот (N) и некоторые простые их соединения. Имеются в ничтожном количестве (в концентрации порядка 10^{-7}) и молекулы CH , CH^+ , CN , H_2 . Плюс означает ионизованные молекулы. К настоящему времени известно уже около 60 разнообразных молекул в составе межзвездного газа. Все атомы и ионы среды находятся в невозбужденном состоянии. Это значит, что вследствие чрезвычайно высокого разрежения их взаимные столкновения практически исключены и все атомы, ионы и молекулы будут находиться на невозбужденном (основном) энергетическом уровне. На этом уровне они могут только поглощать излучение на определенных резонансных частотах. Вот по этим резонансным линиям поглощения в спектре и была получена информация о химическом составе межзвездной среды. Неоценимую роль в этих исследованиях сыграли внеатмосферные наблюдения со спутников и межпланетных станций. Дело в том, что земная атмосфера поглощает все внеземное излучение с длиной волны короче 2900 Å, соответствующей далекой ультрафиолетовой области спектра.

Кроме газа в межзвездной среде наблюдаются и мельчайшие частички (размером меньше микрона) межзвездной пыли. Она фиксируется в красной области спектра, так как синие и фиолетовые лучи пылинками поглощаются. Покраснение удаленных объектов служит указанием на наличие между ними и наблюдателем космической пыли.

В состав пылинок входят металлы, силикаты, графит, льдинки застывшего газа и т.д. Форма многих из них вытянутая — они являются как бы элементарными диполями, оси которых

ориентированы вдоль магнитных силовых линий межзвездных магнитных полей. Это очень слабые поля, имеющие напряженность всего 10-5 эрстед.

Есть четкое указание на то, что в глубокой мантии Земли есть небулярный неон. Учитывая, что он является маркером для других газов, необходимые для жизни вещества — **водород, вода, углекислый газ и азот** — накапливались одновременно», - прокомментировал исследование его участник Кертис Уильямс».

Солнце, находясь в пространстве большей системы, - в галактической системе Млечный Путь. Данные объекты космоса с момента их формирования, являются стационарными энергетическими центрами — СЭЦ развивающимися в автоколебательном режиме. Режим обеспечивается энергией излучаемой объектами пространства космоса.

Солнце обладает мощными гравитационным и магнитным полями, которые повлияли на скорость осевого вращения, и дифференциацию вещества планет Земной группы.

В составе больших планет — Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна — преобладают водород, гелий и неон, вода — на четвертом месте, а далее — метан, аммиак, сероводород, окислы кремния и марганца, железо и никель. Тяжелых элементов практически нет.

У планет земной группы энергетический ресурс тяжелых элементов практически не исчерпан и они будут способствовать процессу образования минерального сырья.

В Солнечной планетарной системе отмечается закономерность: с удалением от Солнца, уменьшается количество **тяжелых элементов**, а количество легких элементов (водород, гелий, углеводород, вода и др.), увеличивается.

С удалением от Солнца, плотность планет уменьшается, что говорит о том, что УВ и нефть образовались в результате распада тяжелых элементов/

Из всех известных природных явлений системные свойства волны энергии способны структурировать пространство системы Земли с проявлением закономерностей размещения месторождений в блоках земной коры. Месторождения располагаются в блоках, подчиняясь определенному закону, то есть, проявлена комплементарность системным свойствам волны энергии.

«Есть среди химических элементов группа, у которой количество протонов, нейтронов и электронов увеличивается пропорционально. Это группа благородных газов: гелий, неон, аргон, криптон, ксенон, радон» (Феликс Горбацевич).

Криптон изначально не присутствует ни в одном организме и, следовательно, не является частью биологии любого организма.

«В 1977 г. установлено, что изотопные аномалии по He и Ne коррелируют с изотопными аномалиями по Ar, Kr и Xe» (Ю.Э. Шуколюков, РАН).

Таблица 1.

Резервуары (по данным изотопной геохимии).

Основные рез.	$\frac{^3\text{He}}{^4\text{He}(10^{-6})}$	$\frac{^{40}\text{Ar}}{^{36}\text{Ar}}$	$\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}$	$\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	Источник
PM	143	0.0001	0.699	0.50660	9.31	O’Nions, 1984
BSE	>24		0.7047	0.512638		O’Nions, 1984
PREMA	30		0.7035	0.5130	18.3	Zindler, Hart, 1986
PHEM	>24		0.7042-0.7052	0.51265-0.51280	18.5-19.0	Farley et al., 1992
FOZO	>11		0.7030-0.7040	0.51280-0.51300	18.5-19.5	Hart et al., 1992
LM	40	384.6	0.7033	0.51180		Allegre et al., 1986

UM (MORB)	10.1	24800	0.702-0.703	0.5130-0.5133		Allegre et al., 1986
DM	6.5	21000	0.701-0.702	0.51320	18.24	Chauvel et al., 1992
EM	15		0.7220	0.5121		Hart et al, 1984
HIMU	1		0.7029	0.5129	21.5	Zindler, 1982
P	60	350				Kaneoka, 1983
C	0.01	>10000	0.7093	0.5101		Азбель, Толстихин, 1988
A	1.399	295.5				Ozima, 1994

«Повсеместное присутствие избыточного гелия-3 в мантийных породах доказывает, что Земные недра все еще дегазируют первичные летучие элементы» (Буйкин А.И., 2005).

Сокращения: PM - примитивная мантия (на время 4.5 млрд. лет). BSE - однородный хондритовый резервуар (современный). PREMA (Prevalent Mantle Composition) - наиболее примитивный состав мантии, сохранившийся с самой ранней стадии развития Земли. PHEM - (Primitive Helium Mantle) - примитивная гелиевая мантия. FOZO - нижняя мантия как результат дифференциации BSE. LM - нижняя мантия. UM - верхняя мантия. DM - деплетированная (истощенная) мантия. EM - обогащенная мантия. HIMU - обогащенная

В.И. Вернадский, 1934 о гелии:

Все находения связаны с нефтяными месторождениями и с углеводородными газами, их сопровождающими. Во всех месторождениях есть возможность констатировать или вблизи массивы более богатых рассеянными ураном и торием кислых, гранитных, пород или продуктов их разрушения — детритовых пород, которые могут явиться источником гелия.

Благородные газы образуются в земной коре и мантии, в процессе радиоактивного распада определенных элементов, таких как **уран и торий, то-есть, связаны на генетическом уровне..** Эти радиоактивные элементы подвергаются ядерному распаду, испуская альфа- и бета-частицы, а также гамма-излучение. В рамках этого процесса распада, образуются изотопы благородных газов, которые дают энергию, которая способствует **дифференциации** вмещающего вещества. Энергетическая подпитка системы способствует процессу минералообразования.

В Солнечной планетарной системе отмечается закономерность: с удалением от Солнца, уменьшается количество **тяжелых элементов**, а количество легких элементов (водород, гелий, углеводород, вода и др.), увеличивается.

«Вариации изотопного состава благородных газов связаны с процессами, контролирующими распределение калия, урана и тория - на сегодняшний день главных тепло генерирующих нуклидов на Земле.

Изотопная геохимия и геохимия рассеянных элементов мантийных пород, главным образом океанических базальтов, показывают, что мантия содержит несколько компонентов различным изотопным и химическим составом, которые отражают ее глобальную эволюцию. Эта эволюция характеризуется обеднением верхней мантии рассеянными элементами, возможным пополнением из глубинной менее деплетированной мантии и рециркулированием океанической коры и литосферы, но только небольшого количества континентального материала» (Буйкин А. И., 2005).

Добавим: и благородные газы, которые играют большую роль, в процессе образования минерального сырья.

«Среди природных изотопов альфа-радиоактивность наблюдается у нескольких нуклидов редкоземельных элементов (неодим-144, самарий-147, самарий-148, европий-151, гадолиний-152), а также у нескольких нуклидов тяжёлых металлов (гафний-174, вольфрам-180, осмий-186, платина-190, висмут-209, торий-232, уран-235, уран-238) и у короткоживущих продуктов распада урана и тория.

К более редким видам радиоактивного распада относятся испускание ядрами одного или двух протонов, а также испускание кластеров – лёгких ядер от **углерода ^{12}C до серы ^{32}S** . Во всех видах радиоактивности, кроме γ -распада, изменяется состав ядра – число протонов Z , массовое число A или и то и другое.

Согласно кинетической теории, кинетическую энергию движущихся микрочастиц вещества (атомов, молекул или ионов) можно представить в виде **температуры, а, следовательно, нагревая вещество, можно достичь ядерной реакции синтеза**. Подобным образом протекают ядерные реакции естественного нуклеосинтеза в звёздах» (Климов А. Н.).

(На уровне 410 км - 2000° К; на 670 км - 2200° К; на границе мантия - ядро 2900 км. - 3000° К).

«Выделенная энергия (возникающая из-за того, что гелий-4 имеет очень сильные ядерные связи) переходит в **кинетическую энергию**, большую часть из которой, **14,1 МэВ**, уносит с собой нейтрон как более лёгкая частица. Образовавшееся ядро прочно связано, поэтому реакция так сильно экзоэнергетична. Эта реакция характеризуется наинизшим кулоновским барьером и большим выходом энергии, поэтому она представляет особый интерес для управляемого термоядерного синтеза» (Климов А.Н.).

Радиоактивный распад элементов в коре, является источником гелия, а также аргон-40, образующегося в результате распада слаборадиоактивного природного изотопа калий-40.

«... радиогенная мощность распадов тяжёлых элементов, составляет около **16 ТВт**, что составляет примерно половину от общей измеренной скорости рассеивания тепла Землёй» С. Казарян, 2019).

«Тепловая энергия у границы ядро-мантия составляет **6 ТВт**, из которой 1 ТВт образуется в гидромагнитную энергию ядра» С.В. Старченко, 2009).

В магму и оболочку D^{11} постепенно попадают атомы всей таблицы Менделеева, которые затем вступают в химические реакции над поверхностью ядра, - оболочка D^{11} , образуя сложные химические элементы, - синтез минерального сырья. **«В этой зоне идёт своеобразное разделение атомов веществ по их весу вследствие свойства самой водородной плазмы, сжатой огромным давлением, которая имеет огромную плотность, вследствие центробежной силы вращения ядра, и вследствие центростремительной силы земного притяжения. В результате сложения всех этих сил наиболее тяжёлые металлы тонут в плазме ядра и попадают в его центр для дальнейшего поддержания непрерывного процесса ядерного деления в центре ядра, а более лёгкие элементы стремятся или покинуть ядро, или осесть на его внутренней части - твёрдой оболочке ядра. В результате в магму постепенно попадают атомы всей таблицы Менделеева, которые затем вступают в химические реакции над поверхностью ядра, образуя сложные соединения.**

Несмотря на то, что нефть залегает в различных геологических условиях, элементный состав её колеблется в узких пределах, что указывает на едины мантийный источник ее образования.

Этот факт указывает на единый источник энергии, - стационарный энергетический центр первого рода (СЭЦ), который ответственен за синтез минерального сырья.

Из области ядра, исходит волна энергии, под воздействием которой вещество и его структура, подвергается преобразованию на атомарном уровне.

Закономерно-стабильное соотношение углерода и водорода (C/H) на всех месторождениях нефти и газа мира, есть надежный показатель мантийного происхождения нефти и газа.

Состав вещества мантии, - углистые хондриты.

Нефть (пары нефти), - синтез происходил в условиях мантии системы Земли, имеет **стабильное среднее соотношение: $C/H = 6.47$, $n = \text{более } 50$.**

В земной коре пары нефти переходят в жидкую фазу, при низких значениях (ПТ).

Закономерно-стабильное отношение углерода и водорода (C/H) на всех месторождениях нефти и газа мира, есть надежный показатель мантийного происхождения нефти и газа.

Состав вещества мантии, - углистые хондриты.

Волновой механизм концентрации минерального сырья в блоках земной коры:

1. Автоколебательная система Земли и генетически с ней связанная иерархия автоколебательных систем второго рода (структурные элементы), определяют существование единого механизма, под воздействием которого происходит концентрация всех типов минерального сырья (фактор - благоприятные РТ условия).

2. Минеральное сырье (любого типа), приурочено к интенсивно дислоцированным толщам — зонам сжатия (рассланцевания), а в их пределах — к локальным областям растяжения (трещинно-брекчиевым структурам). При этом многократная смена условий сжатия условиями растяжения, способна приводить к высокой концентрации минерального сырья.

Механизм работает под воздействием автоколебательной системы Земли.

Временной разрыв между магматизмом и постмагматическим рудообразованием, указывает на то, что система Земли, изначально была структурирована волной энергии.

С.П. Максимов, 1977, показал связь тектонических циклов и процессом накопления нефти и газа - тектоническая цикличность оказывает влияние на миграцию УВ. Тектоническая обстановка является фактором контролирующим пути направления и скорость миграции УВ.

Теорема И. Р. Пригожина (1947), термодинамически неравновесных процессов:

«при внешних условиях, препятствующих достижению системой равновесного состояния, стационарное состояние системы соответствует минимальному производству энтропии». «Синергетика объясняет процесс самоорганизации в сложных системах следующим образом: Закрытая система в соответствии с законами термодинамики должна в конечном итоге прийти к состоянию с максимальной энтропией и прекратить любые эволюции. Самоорганизация неразрывно связана с волновыми процессами. В любых открытых, диссипативных и нелинейных системах неизбежно возникают автоколебательные процессы, поддерживаемые внешними источниками энергии, в результате которых протекает самоорганизация» (И.Р. Пригожин). Процесс формирования месторождений минерального сырья, - антиэнтропийный. Система формирования минерального сырья — открытая, благодаря наличию тектонических нарушений в земной коре. Таким образом, главным фактором формирования месторождений являются, - тектонические нарушения. То-есть, тектонические нарушения контролируют месторождения минерального сырья.

Процессы синтеза минерального сырья, не могут протекать самопроизвольно, без дополнительного притока энергии извне. Такие системы являются типичными открытыми диссипативными системами.

Процесс синтеза минерального сырья, - антиэнтропийный, так-как он **происходит в более крупной** диссипативной системе, дающей ему необходимую энергию.

3. Поступление дополнительных энергетических ресурсов, необходимых для развития таких систем, может осуществляться за счет **волновой передачи энергии** от внешних, по отношению к данной системе источников энергии.

Все ведущие энергетические центры находятся в мантии.

Пределы мантии, - область синтеза минерального сырья, область земной коры является, область

Благородные газы генетически связаны с торием и ураном. «В 1977 г. установлено, что изотопные аномалии по He и Ne коррелируют с изотопными аномалиями по Ag, Kг и Хе» (Ю.Э. Шуколюков, РАН).

Минеральное сырье генетически связано с волной энергии распада тория, урана, кинетической энергией благородных газов и с тепловой энергией зоны: ядро-мантия. Волна энергии способствует дифференциации вещества.

Несмотря на то, что нефть залегает в различных геологических условиях, элементный состав её колеблется в узких пределах, что указывает на едины мантийный источник ее образования.

Этот факт указывает на единый источник энергии, - стационарный энергетический центр первого рода (СЭЦ), под воздействием которого происходит синтез минерального сырья и структурно-вещественное преобразование системы Земли.

Процессы происходящие в системе Земли, связаны генетически волной энергии.

Энергия преобразования системы Земли волной энергии и синтез минерального сырья, происходит, под воздействием тепловой энергии более 22 Твт. Гелий-3 обладает большим энергетическим потенциалом.

«Корреляция гелия с углями - обратная» (Лебедев), а нефти — прямая.

Сила тяжести направлена к центру системы, в связи с чем планета приобрела шарообразную форму, при этом, первичные абиогенные нефти и УВ, легкоплавкие, легко летучие элемент и их соединения были вытеснены в земную кору магматического происхождения. Область ядра менее дгеазирована.

Подъемная (выталкивающая) сила Архимеда. Плотность газовой смеси (водород-метан, пары нефти) даже при давлении мантии будет меньше плотности воды. А вот плотность самой мантии превышает плотность воды более чем в три раза. Значит, подъемная сила газовой смеси объемом в 1 кубический километр составит 2,5 миллиарда тонн. И к тому же этот газ раскален до 600-800⁰ С.

Мантийная нефть локализуется в земной коре, так-как:

Плотность: Осадочные породы — 2.4-2.5 г/см³; гранитов и большинства метаморфических пород — 2.7 г/см³; основных изверженных пород — 2.9 г/см³. Средняя плотность земной коры — 2.8 г/см³. Средняя плотность Земли составляет 5.52 г/см³.

$E=mc^2$ — формула А. Эйнштейна, указывает на эквивалентность массы вещество и энергии.

Осадочный слой является производным разложения алюмосиликатов, - изверженных пород, с которыми связывается синтез нефти и сопровождающих ее газов, т.е., нефть, - минерал абиогенного происхождения.

Системы глубинных разломов контролируют миграцию вещества в системе Земли, расположение источников энергии и формирование архитектуры тектоносферы.

Атомы углерода отличаются от атомов других элементов тем, что способны образовывать устойчивые химические связи друг с другом. Они могут связываться в цепи разной длины. Цепи бывают линейные и разветвлённые. Атомы углерода соединяются также в циклы разной величины.

С разделением геологического пространства зоной интенсивной степени проницаемости, обладающей высоким энергетическим потенциалом, связывается формирование системы: сводовое поднятие - зона Бенъофа - океаническая впадина. Разделенные области обладают не только различными энергетическими потенциалами, но и разной степенью проницаемости тектоносферы, что повлияло на формирование гранито-метаморфического слоя системы Земли. Волна энергии исходящая из области ядра, также способствует процессу расширения системы Земли. Системы глубинных разломов контролируют миграцию вещества в системе Земли, расположение источников энергии и формирование архитектуры тектоносферы.

На Земле существует более чем 40 000 нефтяных и газовых месторождений мира всех размеров. Из этих месторождений 94 процента сосредоточены менее чем в 1500 гигантских и крупных природных скоплениях происхождения которых практически одинаково.

Литература

1. Устьянцев В.Н. Энергетика, дегазация автоколебательной системы Земли. О едином волновом механизме структурообразования и генерации минералогических ассоциаций в блоках земной коры. ISBN: 978-5-02-040199-0, Москва, Издательство Наука, 2019.
2. Яворский Б.М., Детлаф А.А., Лебедев А.К. Справочник по физике. — : «ОНИКС», «Мир и Образование», 2006. — 1056 с. — 7000 экз.
3. Климов А. Н. Ядерная физика и ядерные реакторы. — Москва: Энергоатомиздат, 1985. — С. 352.
4. Бартоломей Г.Г., Байбаков В.Д., Алхутов М.С., Бать Г.А. Основы теории и методы расчёта ядерных энергетических реакторов. — Москва: Энергоатомиздат, 1982. — С. 512.
5. Гуди Р., Уолкер Дж., Атмосферы, пер. с англ., М., 1975; 1975. 184 с.
6. Солнечная система / [К. Саган, А. Д. У. Камерон, Е. Н. Паркер и др.] ; пер. с англ. И. Н. Глушневой, Т. А. Лозинской ; под ред. В. И. Мороза. - Москва : Мир, 1978. - 200 с. : ил.; 27 см.
7. Мороз В. И., Физика планеты Марс, М., 1978; Юпитер, пер. с англ., т. 1-3, М., 1978-79; 351 с.
8. Жарков В.Н. Внутреннее строение Земли и планет. Элементарное введение в планетную и спутниковую геофизику — М.: ООО «Наука и образование», 2013. - 414 с.

УДК 556; 91

DOI: 10.33580/2541-9684-2024-96-1-25-42

ИСТОРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ И ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДАГЕСТАНА

© *Тотурбиев Б.Д., Мамаев С.А., Самедов Ш.Г.*

Институт геологии ДФИЦ РАН, г. Махачкала

В данной статье была сделана попытка описать хронологию исторических данных развития географических и геолого-гидрогеологических исследований в Дагестане путем изучения и обзора результатов инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и др. исследований проведенных известными учеными в этом направлении. Оценить их вклад в вопросах касающихся изучения генезиса и химизма минеральных вод, о перспективах получения значительно большего количества питьевых и технических вод, связанных конкретно с условиями формирования и ресурсами подземных вод.

Ключевые слова: Республика Дагестан, Каспийском море, Терско-Кумский артезианский бассейн, горно-складчатые районы, гидрогеографические работы, геологические исследования, артезианский бассейн, гидрогеотермосфера, подземные воды, хозяйственно-питьевое водоснабжение, теплоснабжение, прогнозные ресурсы, водоносный горизонт.

THE HISTORY OF GEOGRAPHICAL AND GEOLOGICAL-HYDROGEOLOGICAL STUDIES OF DAGESTAN

Toturbiev B.D., Mamaev, S.A., Samedov Sh.G.

Institute of Geology of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala

In this article, an attempt was made to describe the chronology of historical data on the development of geographical and geological-hydrogeological research in Dagestan by studying and reviewing the results of engineering-geological, hydrogeological, meteorological, and other studies conducted by well-known scientists in this direction. To assess their contribution to issues related to the study of the genesis and chemistry of mineral waters, the prospects for obtaining significantly more drinking and industrial waters related specifically to the conditions of formation and groundwater resources.

Keywords: Republic of Dagestan, Caspian Sea, Tersko-Kuma artesian basin, mountainous folded areas, hydrogeographic work, geological research, artesian basin, hydrogeothermosphere, groundwater, drinking water supply, heat supply, forecast resources, aquifer.

Территория Дагестана в глубокой древности привлекала внимание путешественников, ученых, государственных деятелей как край ландшафтных контрастов минеральных богатств высокой самобытной культуры. Кроме того, Дагестан всегда имел стратегическое значение: здесь проходил морской сухопутный путь, связывающий Россию и страны Восточной Европы с Персией и другими странами, передней Азией, с Каспийским морем, в целом, и западным побережьем, в частности. Всё это изучалось учеными и мореходами в течение многих столетий. До наших дней дошли карты, составленные в I веке н. э. (Багров. 1912) [3].

Имеются сведения о том, что арабский путешественник, географ Абу-Абдулла-Мухамед Эдризиджи, живший в Сицилии составил в 1154 г карту мира на основе опроса путешественников и своих дополнений, на которой изобразил Каспийское (Табасаранское) море, как бассейн, вытянутый с севера на юг.

Одной из первых известных нам рукописей европейцев, являются записки путешественников по Дагестану и другим восточным странам в 1253-56 г.г. миссионера Г. Рубрика, В сделанном А. И. Малеиным переводе [35] находим геоморфологическое описание побережья и предгорий, описание стен и крепости в г. Дербенте.

В 1466 г. с посольством из России в Дагестан побывал известный путешественник Афанасий Никитин, в 1623 году - Федот Котов [38].

В 30-х годах XVII века по пути на Московии в Персию трижды бывал в Дагестане с голштинским посольством путешественник Адам Олеарий. В его записках (Олеарий, 1670) [35] приводится, в частности, описание Каспийского моря, как замкнутого бассейна, дагестанского побережья, гидрографической сети, геоморфологических условий. Автор прилагает составленную им карту Кавказа, Каспийского моря, рисунки г. Тарки и Дербента и др. Он так описывает впечатления от посещения Дербента: «Против Дербента и за ним на расстоянии более 6-ти миль, везде скалистое дно, на котором нигде нельзя стать на якорь. И у Дербента не было ни одной надежной пристани, в которой можно было бы простоять долго в безопасности. Он (Дербент - Б. Т.) простирается от горы вплоть до самого моря, так что волны морские бьют высоко в стену, а иногда взбираются и на стену. Таким образом, город этот запирает дорогу и проход, идущий между морем и непроходимыми горами и является здесь как бы ключом и железными воротами в Персидское царство, ибо никто не может пройти эту страну иначе, как через город. Обе стены стоят на скалах, т.к. и самый берег около Дербента состоит из частых скал». В походе Петра I в Дербент (1722 г.) участвовал путешественник Д. Бель. В его записках [6] находим очень примитивное геоморфологическое описание побережья, предгорий и г. Дербент: «Страна сия (Дагестан - Б.Т) вообще наполнена горами, между коими некоторые - чрезвычайно суть высоки; но, впрочем, довольно много находится долин, в одной плодоносных полей, производящий жито, виноград и свойственные климату плоды» (стр.179). «Городские стены сделаны из больших четверугольных камней и простираются до самого моря, в которое набросано в сем месте множество камня, чтобы заградить привал судам с сея стороны. Пристань городская столь песчана, что самые малые суда с трудом могут в оную входить. Дербент можно почитать ключом в Персию с сея стороны. Положение оно самое приятное; возвышается он в образе амфитеатра от самого моря до вершины горы и высится надо всею лежащей в юго-востоке страной. Подле нашего стана находится множество колодезей с жидкою смолою, которую именуют нефть» (с. 174-177).

Другой путешественник - И.Г. Гербер, также принимал участие в походе Петра I в чине майора артиллерии, но остался потом изучать Кавказ еще 5 лет. В своей работе (Гербер, 1760) [11] он дает описание г. Тарки (аул Тарки), Дербента, других населенных пунктов, низменности, предгорий. В частности, он отмечает: «Город Дербент стоит близ Каспийского моря так, что степи его до самих берегов моря простираются и на таком месте, где горы, вдоль моря проходящие, почти с оным смыкаются. Вода из ключей в верхних горах находящихся отчасти небольшими трубами, а отчасти под сводами чрез каналы (которые не везде известны) сперва в верхний, а затем в нижний город под землю проведена» (стр. 196) [11].

Целеустремленные исследования Каспийского моря, в т. ч. инструментальные начинаются с экспедиции под началом К. П. Ван-Вердена, которую в 1719 году снарядил Петр I для составления карты западного и южного берегов. В работе приняли участие Ф.И. Соймонов и В.А. Урусов [35]. В результате их работ в 1720 году была составлена первая топографическая карта западного побережья Каспия (в том числе Дагестана), основанная на инструментальном материале. Для составления карты были проведены промеры глубин моря, изучены грунты, течения.

Гидрогеографические работы на Каспийском море не прекращались и в последующие годы. В 1731 году вышел атлас Каспийского моря, составленный Ф. И. Соймоновым. В 1796 году выходит в свет генеральная карта Каспийского моря, составленная адмиралом А.И. Нагаевым с учетом всех прежних карт и его собственных наблюдений. С 1809 года работы штурмана Колодкина положили начало составлению очных карт Каспийского моря с использованием инструментальных методов. С 1856 по 1870 гг. гидрогеографическая съёмка берегов Каспийского моря производится экспедицией под руководством Н.А. Ивашинцева. Материалы экспедиции [15] издаются вплоть до 1877 г., в том числе карта Дагестанского побережья (1870г.), план Петровского (Махачкалинского) рейда (1889 г.) и план Петровской гавани (1877 г.). До 40-х годов нашего столетия карты Н.А. Ивашинцева лишь дополнялись и уточнялись,

Одним из первых исследователей Дагестана был академик И.А. Гильденштедт, совершивший в 1770-73 гг. путешествие по Северному Кавказу и Грузии. В отчете, опубликованном в 1809 году [12], помимо подробных этнографических сведений о народах Кавказа, в первом разделе книги содержится описание бассейна р. Терек с основными притоками. Во втором разделе дано орографическое и геоморфологическое описание Кавказского хребта. Выделены основные орографические элементы Кавказа: Главный хребет, северный и южный Сланцевые хребты. Передовые хребты и предгорья. Интересно отметить, что названия некоторых орографических элементов, описанных Гильденштедтом, сохранились и сейчас. В отдельной главе приведены сведения о полезных ископаемых и дана литологическая характеристика горных пород, слагающих отдельные орографические элементы Кавказа.

Опубликованный отчет Гильденштедта вызвал в свое время большой интерес. В связи с этим С. Броневский собрал все имеющиеся материалы о Кавказе и составил подробный энциклопедический сборник географических и исторических сведений о регионе, известных автору в момент его составления [28]. В разделе «Физическое обозрение Кавказа» (с. 64-174) приведено орографическое описание этой горной страны с отдельными элементами геоморфологии и геологии (сведения о литологии и петрографии горных пород). Кавказский хребет подразделен на три основных элемента: Главный хребет, северный и южный склоны, предгорья. Выделенные орографические элементы описаны отдельно. Приведены сведения о полезных ископаемых. В конце раздела описаны основные реки Кавказа, в том числе Кума и Терек. В последующие годы краткие сведения об орогидрографии, геоморфологии, климате отдельных районов Дагестана, в т.ч. побережья приводятся в работах Зубова [14], Неверовского [27], Соколова [36].

В 1983 году вдоль Дагестанского побережья путешествовал академик Г.С. Гмелин, работы которого вместе с работами академиков П.С. Палласа и Э.И. Эйхвальда (1850), положили начало изучению древней и современной фауны Каспийского моря (Гмелин С.Г. Путешествие по России для исследования всех трех царств в природе, ч. III. Спб. 1785).

Изучение геологического строения Дагестана по существу начинается с исследований академика Г.В. Абиха, который в ряде опубликованных в 1862-1872 гг. статей впервые привёл систематизированное описание основных особенностей строения недр и указал на наличие в Дагестане больших запасов различных видов минерального сырья [1]. В отзыве о его работе [30] Ф.Б. Шмидт и И.В. Мушкетов пишут: «Г.В. Абих впервые разъяснил истинный орографический характер запутанной области Дагестана и её отношение к Главному Кавказскому хребту».

Из первых геологических работ представляет интерес статья, опубликованная в Горном журнале [31], где автор излагает свою точку зрения по истории геологического развития Кавказа

в целом, дает описание горных пород, рассматривает процессы вулканизма, приводит фаунистическую характеристику осадочных образований юрского и мелового периодов.

В период с 1863 по 1872 год геологические исследования в Дагестане проводил Ф.Г. Кошкуль [22]. В конце XIX в начале XX столетия получают развитие фундаментальные научно-исследовательские и геолого-поисковые работы проводимые геологами Кавказского Горного управления и Геологического комитета Н.И. Андрусовым, Н.И. Барбот де Марни, К.Н. Богдановичем, А.И. Коншиным, К.П. Калицким и другими. Работы были связаны, в основном, с поисками нефти и газа, но одновременно выполнялось геологическое картирование. Изучались стратиграфия, литология, петрография, полезные ископаемые.

В 1893 году Н.Н. Барбот де Марни впервые составил геологическую карту Северо-Восточного Дагестана (в масштабе 6 верст в дюйме) и дал его первое подробное геоморфологическое описание. В опубликованном отчете [4] (1894) он отметил, что Темир-Хан-Шуринский округ (Буйнакский район) или Дагестанское предгорье представляет собой возвышенность, протягивающуюся с СЗ на ЮВ и расчлененную горными хребтами, довольно широкими долинами и котловинами. Выделены и описаны встреченные формы рельефа: горные хребты с крутыми склонами и острыми гребнями; сводовые или куполовидные хребты: столовые горы или большие плато, долины. Привел описание 76 обнажений по маршрутам, пройденным автором, указал, что в предгорьях Дагестана, в основном, развиты третичные (неогеновые и палеогеновые) отложения. Меловые отложения обнажены лишь в сводовых частях хребтов Хатымбаш, Кукуртау, Эльдама и Гимринского. Приведены литологические, петрографические и палеонтологические характеристики меловых, третичных и послетретичных отложений, сведения об их распространении и мощностях. Кратко изложена история развития Каспийского бассейна. При рассмотрении тектоники отмечено, что юрские, меловые, третичные отложения Дагестана сохраняют строго согласное залегание. Дагестан как горная страна, по мнению автора, развивался в промежутках от верхнетретичного до древнекаспийского времени.

В последующей работе Н.И. Барбот де Марни [5] обобщил материал, собранный Кавказским геологическим управлением до 1894г. по Северо-Западному Дагестану (в пределах административных границ до 1917 г.). Приведены сведения по оро- и гидрографии, краткое описание тектоники Дагестана: отдельных антиклинальных поднятий и структур. Дагестан рассматривается как группа параллельных антиклинальных складок северо-западного простирания, обращенных выпуклой частью на СВ. Каждая главная складка осложнена серией вторичных моноклинальных складок, образование которых в Дагестане автор объясняет чрезвычайно сильными боковыми давлениями с ЮЗ на СВ. Огромную работу по изучению тектоники и стратиграфии неогеновых и четвертичных отложений предгорий и Дагестанского побережья, и по истории развития Каспийского бассейна проводит академик Н.И. Андрусов. В его многочисленных фундаментальных трудах, опубликованных в 90-х годах XIX и начало XX века, [2 и др.] приводятся результаты детального изучения стратиграфии, литологии и условий залегания названных выше отложений. По инициативе Н.И. Андрусова и составленной им программе в конце 90-х годов XIX века начинает проводиться планомерное геологическое картирование территории Дагестана, приобретающее всё большую конкретность и практическое значение.

Во второй половине XIX века в связи с развитием геологических исследований начал выпускаться специальный сборник «Материалы для геологии Кавказа» (1868-1915 годы), где

публиковались данные по геологии, гидрогеологии, геоморфологии и полезным ископаемым всего региона, включая Дагестан.

В 80-х - 90-х годах XIX века публикуется ряд обобщающих работ. В статье Г.Е. Щуровского (1878) даны, в частности, геологические очерки отдельных районов Дагестана по работам П. С. Палласа, Д.Е. Эйхвальда, Г.В. Абиха и др. Е.И. Козубский. в изданных сборниках [18, 19, 20] приводит историко-статистические и справочные сведения о Дагестане, в том числе очень ценный в наши дни библиографический указатель книг и статей, включая газетные, на русском и иностранных языках, за 1589-1895 гг. В разделе «Орография» дано подробное морфологическое описание поверхности Дагестана с перечислением основных горных элементов и их высотных характеристик. Здесь же охарактеризовано геологическое строение территории, выделены образования юрского, мелового и третичного возраста. П.П. Надеждин [26] в своей работе приводит историю географо-геологических исследований Кавказа, обобщает результаты изучения Кавказа автором и др. исследователями. В сведениях об орографии отмечает, что Дагестан относится к числу районов земного шара с самым пересеченным рельефом.

В статье И.С. Костемеровского [30] приведено описание острова Чечень и ряда более мелких островов северо-западной части Каспийского моря. Рассмотрены причины их образования и изменения конфигурации береговой линии.

А.Л. Рейнгард [34] дал критический обзор предыдущих исследований. В основу деления Кавказа на геоморфологические области им положены геолого-тектонические и климатические условия с учетом роли растительного покрова. Выделено два основных типа рельефа: горные области или области преобладающей денудации и периферические или области преобладающей аккумуляции.

После Октябрьской Революции работы по исследованию и освоению полезных ископаемых республики и дальнейшему изучению геологии Дагестана, существенно активизировались. Кроме отдельных геологов в Дагестане начинают работать крупные комплексные экспедиции и геологические партии Нефтяного геологоразведочного института (г. Ленинград) Геолкома, Главного геологоразведочного управления, Государственного исследовательского нефтяного института, треста «Грознефть». Были организованы местные геологические организации - Даггеолбаза (ныне Дагестанская геолого-разведочная экспедиция) и трест (ныне объединение «Дагнефть»). Наряду с целенаправленным изучением нефтегазоносности, рудоносности, подземных вод, других полезных ископаемых, множество исследований было посвящено тектонике, стратиграфии, геоморфологии, геологическому строению Дагестана (работы Н.И. Андрусова, В.В. Белоусова Л.А. Варданянца, Б.П. Жижченко, В.П. Колесникова, М.Ф. Мирчинка, В.И. Ренгартена, И.С. Щукина и др.).

С 1924 года В. Д. Голубятниковым по заданию Геолкома были начаты работы по планомерному покрытию среднемасштабной геологической съемкой всей полосы развития палеоген-неогеновых отложений в связи с их нефтегазоносностью. Несмотря на то, что эти работы носили чисто геологический характер, в них мы находим много интересного материала по гидрогеологии. Небольшое количество гидрогеологических работ (в этом периоде их было 5) и узкая их направленность в некоторой степени восполняется данными, приведенными в отчетах Д. В. Голубятникова.

В 1928 г А.П. Герасимов в «Известиях геолкома» публикует обзор данных по геологии Северного Кавказа [10], где приводит историю геологических исследований с начала XIX века

и основные сведения по геологии этого региона. Как наиболее значительные им отмечены работы Г.В. Абиха, Ф.Ю. Левинсона-Лессинга, К.И. Богдановича, Н.Н. Барбот де Марни, Н.И. Андрусова, В.В. Богачева, В.П. Колесникова, В. Ренгартена, Н.С. Шатского, Д.В. Дробышева, В.Д. Голубятникова.

Успенская Н.Ю. в 1931 г., основываясь на детальном исследовании последних лет, публикует [37] очерк тектоники полосы Предгорного Дагестана, протягивающейся от реки Сулака до г. Дербент. И.И. Чеботарев в 1934 г. две опубликованные работы [39]. посвящает условиям формирования, залегания, химического состава и режима грунтовых и артезианских вод плоскостного Дагестана. Одновременно характеризует геологическую изученность, геоморфологию, гидро- и геологическое строение этой территории.

В этом же году публикуются два сборника трудов Ленинградского нефтяного геолого-разведочного института под названием «Геологических исследования в Дагестане», монография коллектива авторов «Прикаспийская низменность» [32], материалы первой конференции по изучению производительных сил Дагестана [25].

В конце 20-х – начале 30-х годов изучалось нефтегазоносность третичных отложений южной части Дагестана (В.Д. Голубятников, 1928, 1933, 1937гг.; Д.В. Дробышев, 1939гг.). Здесь проводят исследования А.Л. Рейнгард (1932, 1936гг.), изучавший ледниковые отложения в районе Шахдага и на Кусарской наклонной равнине. В эти же годы начались работы, связанные с изысканиями для строительства II-го Бакводопровода (Н.К. Игнатович, 1934; И.Ф. Пустовалов, 1934, 1936гг.).

Результаты этих работ были обобщены И.Ф. Пустоваловым (1934, 1936гг.) и Н.К. Игнатовичем (1934г.). На основании выполненных в этот период гидрогеологических, метеорологических исследований и работ по обследованию родников Н.К. Игнатович произвел воднобалансовые расчеты, согласно которым была подсчитана производительность потока подземных вод Кусарской наклонной равнины, составляющая $6,6 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Наиболее значительными как изданными, так и рукописными работами о подземных водах северного плоскостного Дагестана являются работы И. И. Чеботарева, В.И. Батыгина, С. А. Гатуева, О. П. Рисс, А. Г. Шуб и многих других.

В 1931 году В. И. Батыгин и Н. И. Кононов, в 1932 г. В. И. Батыгин и в 1936 г. С. А. Гатуев проводят инженерно-геологические и гидрогеологические исследования в пределах Северо-Дагестанской области.

Большое внимание в этот период уделяется вопросу решения проблемы питьевого водоснабжения курорта Талги, а также изучению минеральных источников Восточного Предкавказья. В этом отношении заслуживают внимания работы Н. Ю. Успенской, П. Е. Воронова, А. Е. Меленцова, Н. А. Григорьева и А. И. Чернцова.

Работы, проведенные Н. А. Григорьевым и А. И. Чернцовым, позволили из общего количества минеральных источников Восточного Предкавказья по ряду факторов, таких как температура, дебит, химический состав, общая минерализация вод, содержание сероводорода, природные условия и возможность сооружения бальнеологических учреждений — выделить источники, которые заслуживают особого внимания: Талгинские, Зурамакентские, Каякентские, Истису и рассольные йодо-бромные термы Берикейского, Дузлакского и Дагогнинского нефтегазовых месторождений. На основании полученных материалов не только для Дагестана, но и для всей территории Северного Кавказа представилось возможным установить определенную

зональность в распределении различных типов минеральных вод, приуроченных к различным формациям. Основываясь на физико-химических свойствах естественных выходов минеральных вод, их генезисе, геологических и гидрогеологических условиях отдельных районов, произведено выделение десяти гидрохимических провинций минеральных вод, семь из которых распространены в Дагестане, приведено описание источников, входящих в ту или иную провинцию, определена ценность и возможность практического использования вод этих источников.

Из многочисленных изданных работ, касающихся изучения генезиса и химизма минеральных вод и грязей, а также развития курортологии в республике, следует отметить также работы Н. Е. Хрисанфова, В. А. Александрова и Э. Э. Карстенса.

Не последнее место в исследованиях этого периода занимают работы И. О. Брода и А. Л. Смирнова, связанные с изучением йодо-бромных вод Дагестана. На основании буровых работ, проводившихся в пределах нефтяных и газовых структур Восточной и Западной антиклинальных зон, и полученных при этом материалов, было установлено, что воды нефтегазовых месторождений Берикей, Хошмензил, Каякент и Дагогни содержат в себе большое количество ценнейших микроэлементов и приурочены к отложениям майкопской свиты, фораминиферовых слоев и верхнему мелу. Они обладают высокой минерализацией, повышенной радиоактивностью, не содержат нафтеновых кислот. Ресурсы вод значительны. Содержание микроэлементов удовлетворяет требованиям промышленности, но, несмотря на это, йодо-бромные воды в Дагестане эксплуатировались лишь непродолжительное время (с 1935 по 1954 гг.) йодным заводом в пос. Дагестанские Огни.

В 1935 г. выходит из печати материалы 1 Северо-Кавказской конференции геологов-нефтяников и подготовлен АН СССР специальный сборник статей по природным ресурсам Дагестана [33], авторами которых являются известные геологи И.О. Брод, В.Д. Голубятников, Д.Ф. Дробышев и др.

В 30-х – 40-х годах геолого-съёмочные работы в горной зоне Дагестана проводились В.Е. Хаиным (1939, 1945, 1947гг.), которым было опубликовано несколько работ, посвященных вопросам строения зоны контакта меловых и третичных отложений, а также характеру стратиграфии и литологии мезозойских отложений.

Детальным изучением гидрогеологии Южного Дагестана до 1945 года по существу никто не занимался, хотя водоснабжение населенных пунктов всего района базировалось в основном на использование подземных вод. Объяснялось это тем, что получаемого в то время количества воды из источников и неглубоких скважин было достаточно для покрытия сравнительно небольшой в тот период потребности. Дальнейший рост промышленности и населения Южного Дагестана все острее и острее ставил на повестку дня вопрос о перспективах получения значительно большего количества питьевых и технических вод.

Большие инженерно-геологические работы, связанные с изысканием условий под строительство гидроэлектростанций в бассейнах рек Сулак, Кара-Койсу, Самур, проводятся Н.И. Анисимовым, Д.В. Дробышевым, Е.Е. Керкис. В работе последнего [17] описаны геоморфология, геологическое строение, тектоника и гидрогеологические условия бассейна р. Сулак в области развития песчано-глинистых и карбонатных пород от юры до неогена включительно. Проведены детальные геологические и гидрогеологические съёмки районов Чиркейского, Миатлинского, Ахатлинского и Чирюртовского водохранилищ и участков сооружения гидроустановок на р. Сулак.

Одна из первых монографий по геологии Дагестана опубликована В.Д. Голубятниковым в 1940 году [13]. Работа представляет сводку материалов среднемасштабных геологических съёмок, проводившихся автором с 1923 по 1933 г.г. с дополнением данных других исследователей. Район работ охватывает полосу шириной в 30 км между р. Самур на юге и Талгинским районом на севере. Западной границей является Медовой хребет, восточный берег Каспийского моря. Монография состоит из 2-х частей. В первой изложены геоморфология, геологическое строение, тектоника и история геологического развития. Во второй охарактеризованы месторождения полезных ископаемых.

В послевоенные годы большой размах в Дагестане получают геофизические, геолого-поисковые, поисково-разведочные работы на нефть и газ, связанные с этим научные исследования, проводимые экспедициями и партиями АН СССР, ВНИИгаза, Всесоюзного научно-исследовательского геологического института (ВСЕГЕИ), Московского госуниверситета, треста «Дагнефть», Грозненского нефтяного института, Института геологии Даг. ФАН СССР, Северо-Кавказского геологического управления, в т.ч. Дагестанской комплексной геологической экспедицией.

В 1945 году появилась первая работа по гидрогеологии юга Дагестана. Смирнов А.А. в отчете «Йодо-бромные воды Южного Дагестана и роль природных газов в их динамике и режиме» приводит некоторые данные по общей гидрогеологической характеристике юго-восточной части территории Дагестана. Подробно рассматриваются вопросы качества, условий залегания и генезиса йодо-бромных вод.

С 1946 г. изучению гидрогеологических условий Дагестана начинают придавать опять большое значение. Наибольшее внимание уделяется изучению подземных вод Терско-Кумской и Терско-Сулакской низменностей в связи с проведением здесь работ на нефть и газ и освоением земель.

Особое место среди изданных и рукописных работ этого периода занимают работы Г. М. Сухарева, Б. Н. Любомирова, С. А. Шагоянца и К. А. Биячуева. В работах Г. М. Сухарева и Б. Н. Любомирова подробно изложены материалы, касающиеся подземных вод нефтяных месторождений Дагестана и Грозненской области, геотермических особенностей Терско-Дагестанской нефтегазоносной провинции и гидротермального режима различных геогидродинамических ее зон, а также направления поисков новых нефтяных месторождений в связи с гидрогеологическими условиями этой области.

В 1946—1947 гг. Г. М. Сухаревым проведены работы по изучению гидротермального режима различных геогидродинамических зон Терско-Дагестанской нефтегазоносной провинции. Установлено, что температурные условия водоносных комплексов и значения геотермической ступени находятся в прямой зависимости от характера водного режима и интенсивности динамики подземных вод.

Большим событием в изучении Дагестана и Северного Кавказа, в целом, явился выход в свет в 1947 году IX тома «Геология СССР» [9]. Разделы этой фундаментальной работы написаны известными исследователями Дагестана В.Д. Голубятниковым, Д.В. Дробышевым, В. П. Ренгартеном и др.

В 1947-55 годах, наряду с местными геологами, в Дагестане работают экспедиции: Всесоюзного научно-исследовательского геологического института под руководством В.Д. Голубятникова, МГУ под руководством И.А. Конюхова, Всесоюзного нефтяного научно-

исследовательского геологоразведочного института (г. Ленинград) под руководством Н.В. Васоевича, Северо-Кавказская комплексная нефтяная экспедиция АН СССР под руководством И. О.Брода. Выполненные в те годы исследования позволили уточнить и существенно расширить сведения о стратиграфии, литологии тектонике и геологическом строении изучаемых районов. Отличительной особенностью исследований этих лет является углубленный анализ результатов изучения естественных и скваженных разрезов, их корреляция, использование различных методов.

В конце 50-х и в последующие годы комплексные геологические исследования проводятся, в основном, Северо-Кавказским геологическим управлением, Дагестанской комплексной геологической экспедицией, институтом геологии Даг. ФАН СССР, геологическими подразделениями «Дагнефть». В этих работах продолжают принимать участие отмеченные выше экспедиции МГУ, ВНИГРИ, ВНИИнефть, Комплексная Южная геологическая экспедиция (КЮГЭ) АН СССР.

В 60-е и последующие годы научно-исследовательские и тематические работы выполняют ИГ Даг. ФАН СССР, объединение «Дагнефть».

ИГ Даг. ФАН СССР и тематическим отрядом ДКГЭ проводится большая работа по обобщению накопившегося за многие годы фактического материала. ДКГЭ совместно с другими организациями подготовила к изданию том 13 «Геологической изученности СССР», который опубликован отдельными книгами [7], начиная с 1961 по 1985 год. В книгах этого тома даны названия и краткие рефераты работ, отражающих геологические сведения прямо или косвенно касающиеся Дагестана. Всего опубликовано девять книг, в том числе шесть книг первого выпуска (опубликованные работы), охватывающие период с 1800 по 1975 годы, и три книги второго выпуска (рукописные работы), охватывающие период с 1955 по 1961 г.г., и с 1961 по 1970 годы. К сожалению, эти уникальные библиографические материалы с описанием основных работ выполненных за соответствующий период, перестали публиковаться.

ИГ Даг. ФАН СССР ежегодно публиковал тематические сборники, отражающие достижения дагестанских геологов. Эпизодически тематические сборники издаются Дагпединститутом [8], Даггосуниверситетом и Дагполитехническим институтом.

В 1959-63 годах экспедиция Азербайджанского геол. управления под руководством К.М. Султанова, а в 1962-64 г.г. тематическая партия Центральной геологосъёмочной экспедиции СКГУ под руководством Б.П. Лучникова проводят исследования юрских отложений Горного Дагестана, а объединение «Дагнефть» начинает изучение этих отложений по результатам бурения единичных скважин в равнинной части республики.

В 60-х годах публикуются крупные обобщающие работы и монографии по геологии Кавказа, принадлежащие перу известных исследователей: В.И. Хаина, Е.Е. Милановского, В.П. Ренгартена, Н.Ю. Успенской, П.В. Федорова, Ч.М. Халифазаде, В.Т. Флорова, В.Н. Шолпо, Г. К. Керимова и др.

70-е - 80-е годы характерны резким увеличением геологоразведочных работ на строительные материалы и дальнейшим изучением геологического строения и нефтегазоносности Равнинного и Предгорного Дагестана, геофизическими методами и глубоким разведочным бурением. В этот же период разрабатываются теоретические предпосылки поиска и разведки полезных ископаемых Дагестана.

К началу 1971-1975 гг. в результате гидрогеологических исследований в Дагестане сделаны выводы об условиях формирования, динамике и химизме подземных вод; произведена региональная оценка прогнозных эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод республики. Установлено, что древнекаспийские и апшеронские отложения Северо-Дагестанской равнины содержат значительные ресурсы высоконапорных пресных и слабоминерализованных вод. Выявлены термальные воды, пригодные для использования в теплофикации, горячем водоснабжении и бальнеологии. По Махачкала-Тернаирскому месторождению подсчитаны эксплуатационные запасы термальных вод караганского и чокракского горизонтов по промышленным категориям. Установлено, что высокоминерализованные воды нефтяных и газовых месторождений Дагестана содержат ценные микрокомпоненты, представляющие промышленный интерес.

В региональном плане изучаются условия формирования и естественные ресурсы пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна. Работы ведутся крупными научно-исследовательскими и производственными организациями. Ими выполняются бурение скважин, опытные откачки и комплекс наблюдений. Определяются области питания и разгрузки напорных водоносных горизонтов неоген-четвертичной толщи, которая впервые рассматривается как единая гидродинамическая система, состоящая из серии этажнорасположенных водоносных горизонтов, взаимодействующих через слабопроницаемые глинистые отложения. Оценка элементов водного баланса произведена наиболее совершенными методами.

В 1972-1973 гг. под руководством В.А. Листенгартена выполнена предварительная разведка северной части Самур-Вельвеличайского месторождения пресных подземных вод на левобережье р. Б. Самур (в пределах Дагестана) [24].

В результате выполненного комплекса гидрогеологических исследований изучены подземные воды хвалыно-хазарского безнапорного, бакинско-кусарского и апшеронского напорных водоносных горизонтов и комплексов.

По результатам проведенных работ выбран перспективный водоносный горизонт – хазаро-хвалынский и рекомендован участок, в пределах которого Дагтеолэкспедицией в 1974-1977 гг. проводились работы по детальной разведке.

В опубликованной в 1973 г. работе Р.Г. Джамалова "Подземный сток Терско- Кумского артезианского бассейна" отмечается, что процессы перетекания через слабопроницаемые глинистые слои играют существенную роль в естественной разгрузке подземных вод и формировании их химического состава. Выделены различные гидродинамические зоны и намечены границы распространения основных гидрохимических типов подземных вод. Сделаны выводы, что при движении подземных вод от областей питания (Кабардинская наклонная равнина и бассейн р. Терека) в северо-восточном направлении происходит замещение пресных сульфатно-гидрокарбонатных кальциево-натриевых вод вначале также пресными гидрокарбонатными натриевыми, а затем гидрокарбонатно-хлоридными натриевыми водами повышенной минерализации.

В 1975 г Курбановым М.К. и Кудрявцевой К.А. по теме: «Закономерности формирования и размещения ресурсов пресных и минеральных вод Южного Дагестана» [23] изучены основные закономерности формирования и размещения ресурсов пресных и минеральных вод Приморской равнины Южного Дагестана. На основании выполненного комплекса полевых и камеральных гидрогеологических работ составлены перфокарты по всем водопунктам Приморской равнины Южного Дагестана. В процессе полевых работ отобраны пробы подземных вод, растворенных и свободных газов и, частично, лечебных грязей; проведены опытно-экспериментальные и

инженерно гидрогеологические исследования бурением скважин. Составлены схематические карты Самур-Кусарчайского, Бильгадинского, Алхаджикентского, Каранайаульского и Буйнакского артезианских бассейнов. Оконтурированы области распространения песчано-галечниковых водоносных горизонтов современных и древних речных систем Самура, Гюльгерычая, Рубасчая, Уллучая, Гамриозеня и Манасозеня, включающие в себя большие запасы подрусловых пресных и слабоминерализованных вод; произведена их прогнозная оценка. Разработаны рекомендации по использованию подрусловых вод предгорных рек для водоснабжения городов Избербаша, Дербента, курортной зоны и других районов Южного Дагестана. Разработана методика магазинирования природных вод в естественных геологических резервуарах, представленных песчано-гравелистыми отложениями современных и древних речных систем, предгорных конусов выноса и песчаных массивов. Исследованы также Махачкалинское, Талгинское, Избербашское, Каякентское и Рычальское месторождения минеральных термальных вод, имеющих сульфатный соляно-щелочной, йодо-бромный и метано-углекислый состав и используемых в бальнеологии, оконтурены Махачкалинское, Каякентское, Большое и Малое Туралинское и Берикейское месторождения лечебных грязей, произведена газо-химическая классификация минеральных вод. Разработаны рекомендации по рациональному водоснабжению путем магазинирования подрусловых вод, а также по охране водных и земельных ресурсов и курортному строительству.

Результаты ранее выполненных поисковых работ позволили перейти к последующим, более детальным, стадиям исследований. К концу 1975г. полностью были завершены геологические работы, направленные на водоснабжение городов Буйнакска и Хасавюрта.

Одной из актуальных проблем современной экономики является использование глубинного тепла Земли. Дагестан обладает значительными ресурсами высоконапорных горячих и перегретых вод и является одной из первых республик, начавших использование их для теплофикации и в технических целях. Использование термальных вод дает экономический эффект и позволяет решать ряд важных народнохозяйственных задач. В описываемый период изучение термальных вод продолжали Кавказское промышленное управление, Всесоюзный научно-исследовательский институт природных газов и Институт геологии Дагестанского филиала АН СССР. В работах Е.Г.Хальквиста, И.П.Ковшова, Н.А.Калининой и других рассматриваются вопросы оценки ресурсов термальных вод южных республик; составлена карта эксплуатационных и прогнозных запасов термальных вод. Перспективными в Дагестане являются Бабаюртовский, Кизлярский, Махачкалинский и Хасавюртовский районы, где термальные воды приурочены к апшеронским, караганским и чокракским отложениям. Для наиболее перспективного - Кизлярского участка приводится предварительный подсчет эксплуатационных запасов термальных вод по апшеронскому и чокракскому комплексам. Кроме того, выполнено технико-экономическое обоснование использования термальных вод для перспективных районов Предкавказья.

В опубликованных статьях за 1971-1975 гг. Е.Ф.Болгариной, С.А.Джамалова, А.А.Амаева, М.К.Курбанова и других также изложены результаты исследований условий формирования, закономерностей размещения и гидрохимической зональности термальных вод среднемиоценовых и мезозойских отложений, определения возобновляемости запасов, а также эффективности комплексного использования их - как источников глубинного тепла и для извлечения ценных микрокомпонентов - йода, брома, лития, натрия и других; определены также целебные свойства термальных вод. Сделаны выводы, что прогнозные запасы термальных Северного Дагестана намного превышают потребности их для теплофикации

населенных пунктов этой территории. По данным Дагнефти, в 1971г. бурением на Тарумовской площади с глубины 5429м, из среднеюрских отложений, получен паро-водяной фонтан с температурой 140°C; дебит скважины 10-12 тыс.м³/сут.

Большой объем работ по гидрогеологии Дагестана связан с поисками и разведкой месторождений нефти и газа и сопутствующих им промышленных вод.

Оценка перспектив промышленного освоения природных минерализованных и соляных озер на Северном Кавказе - как источника извлечения редких металлов, дается в тематических работах Л.Н.Алексиной, Л.И. Судейко и др. Составлены мелко- и среднемасштабные карты распространения редких элементов в водах от доюрского до палео-эоценового водоносных горизонтов. Как перспективные в Дагестане выделены нефтегазоносные структуры Прикумско-Тюленевской зоны и Южного Дагестана. Выявлены основные перспективные водоносные горизонты, определены прогнозные ресурсы подземных вод промышленного значения. Предлагается строительство опытно-промышленной установки на базе эксплуатируемой объединением "Дагнефть" Южно-Сухокумской группы нефтегазовых месторождений. Как наиболее перспективный для получения промышленных вод выделяется Южно-Дагестанский гидрогеологический район, особенно месторождение Берикей.

Одновременно изучается пригодность минеральных вод для бальнеологических целей. Исследуется гидрохимическая зональность минеральных вод. По данным М.К.Курбанова, К.А.Кудрявцевой, в пределах Дагестана выделяются: 1) в Сланцевом - углекислые, содовые и сероводородные минеральные и термальные воды; 2) в Известняковом - гидрокарбонатные натриевые и кальциевые, гидрокарбонатно-сульфатные кальциево - магниевые с минерализацией 0,15-1,0 г/л - в зоне меловых отложений и 18-25 г/л - в зоне верхней юры.

Становление и развитие гидрогеологической науки в Дагестане связано с организацией Института геологии в 1956 году и в его составе лаборатории гидрогеологических и геотермических исследований, который возглавлял известный ученый-гидротехник и организатор науки к.т.н. С. А. Джалалов. Это была одна из первых лабораторий в СССР, которая самым серьезным образом занималась комплексом гидрогеологических и геотермических исследований на современном уровне, теоретическими и прикладными вопросами изучения и освоения геотермальных энергосырьевых ресурсов.

Особую роль в развитии гидрогеологической науки вообще и выявлении, поиске и разработке технологии освоения практически неисчерпаемого альтернативного источника энергетических, редкометальных и минеральных ресурсов недр, сыграли гидрогеотермические исследования Дагестанского филиала АН СССР. Эти исследования на территории СССР, начиная с 1956 года, выполнялись под научным руководством: выдающегося ученого, академика АН Азербайджанской ССР, член-корреспондента АН СССР Х.И. Амирханова, известного ученого и большого энтузиаста развития геотермальной энергетики, к.т.н. С.А. Джалалова и крупного ученого, блестящего знатока геологии Кавказа к.г.-м.н. К.С. Магатаева.

Лаборатория имела самые тесные научные и творческие связи с Научным Советом по геотермическим исследованиям и Лабораторией гидрогеологических проблем АН СССР, которые возглавлялись выдающимися учеными – математиком академиком А.Н. Тихоновым и всемирно известным гидрогеологом профессором Ф.А. Макаренко, а также известными учеными чл. корр. АН СССР Н.И. Хитаровым Е.А., Любимовой В.В., Ивановым и многими другими.

В 1964г. в Институте геологии Дагестанского Филиала АН СССР была создана лаборатория гидрогеологии во главе с М.К. Курбановым.

К главным достижениям лаборатории гидрогеологии за прошедшие годы можно отнести следующие разработки.

- Сделан качественно новый теоретический вывод о гидродинамической раскрытости Терско-Кумского артезианского бассейна (ТКАБ), который подтвержден поисково-разведочными работами и коренным образом улучшил перспективы водоснабжения Восточного Предкавказья. Впервые оценены естественные и прогнозные эксплуатационные запасы и подсчитан водный баланс ТКАБ;

- Выявлено и оконтурено крупнейшее на Северном Кавказе Сулак-Акташское месторождение пресных подземных вод, прогнозные запасы которого позволяют разрешить проблему водоснабжения Предгорных районов Северного Дагестана, включая города Махачкала, Хасавюрт, Кизилюрт, Каспийск.

Выявлены основные закономерности формирования и размещения термальных и гидроминеральных подземных вод, Восточно-Предкавказского артезианского бассейна, оконтурены ряд бассейнов и месторождений, произведена прогнозная оценка ресурсов и теплоэнергетического потенциала осадочной толщи на глубину до 5-6 км, обосновано развитие геотермальной энергетики, что нашло широкое внедрение в ряде районов Дагестана (Махачкала, Кизляр, Избербаш, Теркли – Мектеб, Червленые Буруны, Ю. Сухукумск и др.)

Впервые выдвинуты и комплексными геолого-геотермическими, изотопно-геохимическими методами доказываются концепции:

- миграции мантийных флюидов в осадочную толщу вплоть до поверхности Земли;
- блоковое строение фундамента и осадочной толщи ВПАБ;
- формирование крупных резервуаров геотермальных ресурсов («геологических котлов») на узлах глубинных разломов и мелкофокусных землетрясений, которые могут служить энерго-сырьевыми ресурсами для строительства крупных ГеоТЭС и редкометальных гидроминеральных заводов (М.К. Курбанов, С.А. Каспаров).

Произведено гидрогеологическое районирование и выявлена структурно-гидрогеологическая зональность осадочной толщи Восточно-Кавказско-Каспийского региона, осуществлена комплексная оценка прогнозных эксплуатационных запасов и ресурсов термальных и гидроминеральных подземных вод и их теплоэнергетического и химического потенциала. На базе этого составлен комплекс геолого-тектонических, гидрогеологических и ресурсно-сырьевых карт термоминеральных подземных вод и редкометальных рассолов. (М.К. Курбанов).

Выдвинута концепция формирования глубинной (коровой) гидрогеотермосферы в Восточно – Предкавказско - Прикаспийской области на глубинах 10-15 км и менее в зависимости от термобарических условий, которая представляет собой крупнейшие флюидизированные внутрикоровые гидрогеологические резервуары, на базе которых могут быть созданы ГеоТЭС мощностью до 100 МВт и высокорентабельные редкометальные химические комбинаты. Питание гидрогеотермосферы происходит за счет дегазации мантии и термометаморфических процессов.

Выявлена и оконтурена уникальная по концентрации ценных элементов и ресурсам Дагестанская провинция редкометальных промышленных рассолов, включающая 56 потенциальных месторождений с промышленно-кондиционным содержанием лития, рубидия, цезия, бора, брома, йода, магния, калия, стронция и ряда минеральных солей, которые могут представлять

собой реальный альтернативный источник добычи указанных полезных ископаемых в XXI веке (М.К. Курбанов).

Совместно с сотрудниками Горного Института РАН (ГИН) (Б.Г.Поляк, В.И. Кононов) изотопно-геохимическими методами изучения соотношения изотопов гелия-3 к гелию-4 в углекислых и других восходящих минеральных источниках оконтурена новая Андийско-Аргунская провинция углекислых минеральных вод и металлогении с явными следами мантийного происхождения газифлюидов, в первые выдвигаемая нами в качестве структуры новейшей магматической активности в мегантиклинории Большого Кавказа. (М.К. Курбанов, И.М. Газалиев).

В целом многолетние исследования, разработки и рекомендации лаборатории гидрогеологии по изучению и освоению пресных, термоминеральных, минеральных и редкометальных промышленных подземных вод, а также гидрогеологические, геотермические и газо-геохимические критерии поиска полезных ископаемых широко внедрены в производство и создали ресурсно-сырьевую базу для разрешения проблем водоснабжения, геотермальной теплоэнергетики, санаторно-бальнеологического комплекса, редкометальной гидроминеральной промышленности, поиска полезных ископаемых и прогноза сейсмотектонических процессов.

Особую роль в выявлении, поиске и разработке технологии освоения практически неисчерпаемого альтернативного источника энергетических, редкометальных и минеральных ресурсов недр, сыграли гидрогеотермические исследования Дагестанского филиала АН СССР. Эти пионерские исследования на территории СССР, начиная с 1956 года, выполнялись под научным руководством выдающегося ученого, академика АН Азербайджанской ССР, член-корреспондента АН СССР Х.И. Амирханова; известного ученого и большого энтузиаста развития геотермальной энергетики, к.т.н. С.А. Джамалова и крупного ученого, блестящего знатока геологии Кавказа к.г.-м.н. К.С. Магатаева.

К 1984 году 3,2% теплоэнергетического баланса Дагестана покрывалось за счет геотермальных ресурсов, в то время как в СССР этот показатель не превышал 0,1%. В последующем, в самом начале 80-х годов, в Махачкале был организован Главк «Союзбургеотермия» с научно-исследовательским и проектным институтом Мингазпрома СССР, которому подчинялись все геотермальные управления Союза, включая Камчатское, Грузинское, Краснодарское, Ставропольское, Чечено-Ингушское, и находящиеся на стадии организации управления Азербайджана и Армении.

Лаборатория гидрогеологии совместно с геологами объединения Дагнефть приступила к сплошному опробованию попутных вод всех газонефтяных скважин Дагестана и Восточного Предкавказья на наличие в них редкометальных гидроминеральных рассолов. По результатам этих исследований к середине 70-х годов в пределах нефтегазоносных районов Дагестана была открыта и оконтурена уникальная по концентрации ценных элементов Дагестанская провинция редкометальных геотермальных рассолов, в которой насчитывается ныне 56 потенциальных месторождений редкометального гидроминерального сырья. Первоочередными среди них по подготовленности в геолого-ресурсном и химико-технологическом отношении являются Берикейское, Тарумовское месторождения и попутные геотермоминеральные рассолы группы южносухоумских и южно-дагестанских газонефтяных месторождений.

Гидродинамикой подземных вод и методами их рационального использования занимались Г.М. Гайдаров и А.Б. Алхасов. Исследованием радиоактивности подземных вод, горных пород, изотопией урана, дейтерия и газовыми анализами занимался радиофизик по диплому О.А.

Мамаев и химик З.М. Штанчаева, которые защитили кандидатские диссертации по радиоактивности и изотопии подземных вод (Мамаев) и геохимии пластовых вод (Штанчаева). Гидрогеохимией и химико-технологическими исследованиями геотермальных вод и рассолов совместно с рядом центральных институтов занимались А.Ш. Рамазанов, О.М. Рамазанов, И.Д. Азиев, Ю.А. Кагиров, Ш.И. Курбанов и др. По инициативе Координационного Совета для изучения и освоения геотермальных объектов Дагестана, особенно разработку технологических пределов утилизации редкометальных рассолов, были привлечены ряд центральных и крупных республиканских научных центров страны.

Все это привело к значительному росту геологоразведочных работ, промышленным масштабам использования термальных вод для теплоснабжения в гг. Махачкала, Избербаш, Кизляр, ряда населенных пунктов Ногайского, Кизлярского, Тарумовского районов и позволило доказать конкурентоспособность и эффективность геотермальных ресурсов по сравнению с традиционными источниками энергии.

В ИПГ гидрогеологическая наука интенсивно развивалась в теоретическом и прикладном отношении. Взоры гидрогеологов обратились на большие глубины, где высокие температуры и пластовые давления. Предметом исследования гидрогеологии стала проблема формирования термальных вод при высоких и сверхвысоких РТ-условиях, взаимосвязь теплового, сейсмического, геохимического и геофизического полей с формированием флюидов, роль последних в формировании редкометальной минерализации, сейсмических явлений и т.д.

За период с 1980 по 1985 гг. лаборатория разработала первую тему «Геотермальные ресурсы Восточного Предкавказья и разработка методов их комплексного освоения», состоящую из 3-х разделов, возглавляемых М.К. Курбановым, А.Ш. Рамазановым и Т.А. Шахназаровым. Помимо них в состав лаборатории входили такие крупные специалисты, как Г.М. Гайдаров, С.А. Каспаров, К.А. Кудрявцева, О.М. Рамазанов, А.Б. Алхасов, Х.Г. Магомедбеков, О.А. Мамаев, Ю.Г. Шейхов, З.З. Щербуль, Ш.А. Гаджиев, Свешникова, Р.Б., а также З.Д. Аскеров, Ф.К. Султанов, А.Г. Каймаразов, Д.А. Апандиев, С.Я. Аскеров, Ш.И. Курбанов, А.Г. Чанкаева, Л.Т. Омарова, Т.А. Хомичева, К.Д. Лугуева, Г.М. Ахмедова, Р.А. Ахмедова, В.А. Моргунов. Достаточно отметить, что только по этой теме за 5 лет были опубликованы в печати 102 работы, были составлены, рекомендованы и частично реализованы в производство десятки разработок в области запасов, ресурсов, их добычи и рациональному использованию (Курбанов, Гайдаров, Каспаров, Алхасов, Гаджиев), по химии и технологии утилизации гидроминеральных ресурсов (Рамазанов А., Рамазанов О., Шахназаров, Каймаразов, Магомедбеков, Свешникова).

Одновременно был составлен комплекс гидрогеотермальных карт, дана региональная оценка геотермальных ресурсов региона и доказана реальная возможность перевода теплоснабжения всех населенных пунктов Равнинного и Предгорного Дагестана, за исключением г.г. Махачкала и Каспийск, на термальные воды.

Таким образом, ставилась задача превращения Северо-Кавказского региона, прежде всего Дагестана, во всесоюзный гидротермальный полигон и разработки на этом полигоне образцовой технологии комплексного освоения геотермальных энергосырьевых ресурсов с целью дальнейшего внедрения этой технологии в других регионах и реализации за рубежом в виде патентно-лицензионных разработок для развития энергетики, редкометальной промышленности, санаторно-бальнеологического комплекса, промышленного растениеводства, прудового рыбозаводства и выращивания белковой массы на базе пресных термальных вод самого верхнего

плиоценового гидрогеотермического этажа.

Исходя из реальных условий в выборе и разработке гидрогеологической тематики основной упор был сделан на обобщение собранного за последние десятилетия фактического материала по пресным, минеральным, термальным и промышленным подземным водам Дагестана и Восточного Предкавказья. Были выиграны несколько грантов РФФИ, что позволило издать монографию М.К. Курбанова «Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья» (М.: «Наука», 2001, 260 с.), в которой обобщен огромный фактический материал и сделан ряд новых теоретических выводов о формировании глубинной гидрогеотермосферы, роли флюидов в сейсмическом режиме земной коры, формировании крупнейших месторождений парогидротерм в узлах глубинных тектонических разломов в земной коре, о роли дегазации верхней мантии в формировании коровой гидрогеотермосферы и редкометальной минерализации в мезозойском структурно-геологическом этаже и формировании в них крупнейших месторождений ценных металлов – полезных ископаемых Li, Rb, Cs, J, Br, B, Mg, K, Sr и ряда минеральных солей.

Одним из главных гидрогеологических направлений лаборатории является проблема формирования пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна и горно-складчатых районов Восточного Кавказа и Дагестана источниками хозяйственно-бытового водоснабжения населения городов и сел этого обширного региона.

Описанные выше исследования дают сравнительно полную характеристику геологического строения, геоморфологии, стратиграфии и полезных ископаемых Дагестана.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 122032300053-3 и 122032200276-7.

Литература

1. Абих Г.В. О строении и геологии Дагестана. Горный журнал. СПб, 1982, ч. 2, с. 86-136.
2. Андрусов Н.И. О третичных отложениях Дагестана. Тр. СПб. об-ва естествоиспытателей СПб. 1988, т. 19, с. 14-16.
3. Багров Л.С. Материалы к историческому обзору карт Каспийского моря. Записки по гидрографии, т. XXXV. 1912.
4. Барбот де Марни Н.Н. Отчет о геологических исследованиях в Темир-Хан-Шурином округе Дагестанской области. М-лы для геологии Кавказа. Тифлис. 1984, сер. 2, кн. 8, - с. 223-409.
5. Барбот де Марни Н.Н. Отчет об исследовании минеральных богатств и геологического строения Дагестана. ч. 1. Северо-Западный Дагестан. М-лы для геологии Кавказа. Тифлис, 1895, сер., кн. 9, - с. 229-286.
6. Бель Д. Беловы путешествия через Россию в разные азиатские страны, г. III. СПб, 1776.
7. Геологическая изученность СССР. Дагестанская АССР. Вып. 1. Опубликованные работы: период 1800-1917. Махачкала. 1972. - 128 с.; период 1918- 1955. Махачкала. 1968. - 320 с.; период 1956-1960, 1974 - 298 с.; период 1961-1965. Махачкала. 1972. - 364 с.; период 1966-1976. М.: Недра, 1978. - 311 с.; период 1971-1975. М.: Недра. 1989. - 503 с. Выпуск 2. Рукописные работы: периоды 1951-1955. Махачкала. 1961. - 90 с. 1961-1965. Махачкала. 1971. - 386 с.; 1966-1970. Махачкала. 1977. - 334 с.
8. Геология и полезные ископаемые Дагестана. Акаев Б.А., Галин В.Л. Дагкнигоиздат. Махачкала. 1976. - 236 с.
9. Геология СССР. т. IX (Северный Кавказ). 4.1.2.3. 1947.

10. Герасимов И.П. Обзор современных данных по геологии Северного Кавказа. Изв. Геолкома. 1928, 47. № 4. – с. 327-360.
11. Гербер И.Г. Известия о находящихся с западной стороны Каспийского моря между Астраханью и рекою Курою народах и землях и их состоянии в 1788 г. Спб. 1760.
12. Гильденштедт И.А. Географическое и статистическое описание Грузии и Кавказа из путешествия г-на академика И.А. Гильденштедта через Россию и по Кавказским горам в 1770, 71, 72 и 73 гг. Спб. 1809. - 384 с.
13. Голубятников В.Д. Геология и полезные ископаемые третичных отложений Дагестана. Тр. ЦНИГРИ. 1940. вып. 131. - 220 с.
14. Зубов (Платон). Картина Кавказского края, принадлежащего России и сопредельных списку земель. Спб. 1835, т.3, - с. 210-268.
15. Ивашинцев Н.А. Гидрогеографическое исследование Каспийского моря. Зап. ИРГО. Спб. 1863, кн. 1, - с. 33-52.
16. Керимов Г.К. Минералогия и некоторые физико-механические свойства глинистых пород майкопской свиты Дагестана. - Тр. Ин-т геол. Даг. ФАН СССР. 1972, вып. 8, - с. 73-80.
17. Керкис Е.Е. Инженерно-геологические исследования на р. Сулака в Северном Дагестане. Тр. ЦНИГРИ. 1936, вып. 40, М.-Л. ОНТИ НКТП СССР. - 152 с.
18. Козубский Е.И. Памятная книжка Дагестанской области Темир-Хан-Шура (Буйнакск). 1985. - 685 с.
19. Козубский Е.И. Дагестанский сборник. Вып. 1, Темир-Хан-Шура (Буйнакск). 1902, - с. 7-27, 103-110.
20. Козубский Е.И. Дагестанский сборник. Вып.2. Темир-Хан-Шура, 1904, с.87-92.
21. Костемеровский И.С. С берегов Каспия. Газета «Московские ведомости». М.: 14 ноября 1875. № 291, - 4 с.
22. Кошкуль Ф.Г. О строении и геологии Дагестана. В.В. Абих. Записки Кавказа. Отд, ИРГО. Тифлис. 1864. кн. 6, - с. 65-72.
23. Курбанов М.К., Кудрявцева К.А. Закономерности формирования и размещения ресурсов пресных и минеральных вод Южного Дагестана. Махачкала. ДГРЭ. 1974.
24. Листенгартен В.А., Сулейманов Т.Т. Отчет о гидрогеологических условиях северной части Самур-Вельвеличайского месторождения подземных вод (в пределах Дагестана). Махачкала. ДГРЭ. 1973.
25. Материалы 1 конференции по изучению производительных сил ДАССР. М. Л. 1934.
26. Надеждин П.П. Кавказский край. Ж-л «Природа и люди», Тула. 1895, - 448 с.
27. Неверовский А. Краткий взгляд на Северный и Средний Дагестан в топографическом и статистическом отношении. Военный журнал. Спб., 1847. № 5, с. 1-64.
28. Новейшие географические и исторические известия о Кавказе, собранные и пополненные Семёном Броневским. М. 1623, ч. 1, - 352 с.
29. Олеарий Адам. Подробное описание путешествия голштинского посольства в Московию и Персию в 1633, 1636 и 1639 годах. 1870. Спб., 1906.
30. Отзыв действительных членов Ф.Б. Шмидта и П.В. Мушкетова о трудах по геологии и географии Кавказа почетного члена Г.В. Абиха. Отд. оттиск из отчета ИИп. Российского географического общества за 1882 г.
31. Письмо о главных геологических явлениях в Кавказе и Крыму, адресованное к г.Эли де Бомону, Фр. Дюбуа де Монпре. Париж. 9.05.1837 г. Горный журнал. Спб. 1858. г. 1, кн. 3, - с. 345-391.
32. Прикаспийская низменность. Л.-М.: ОНТИ, 1934. - 26 с.
33. Природные ресурсы Дагестанской АССР. СОПС АН СССР. 1935, т. 1.
34. Рейнгард А.Л. К вопросу о делении Кавказа на морфологические области. (Предварительное сообщение). Отд. оттиск из «Изв. Кавказского отд, ИРГО». Тифлис. 1917, т.25. № 2-3, 36 с.

35. Рубрук Г. Путешествия в **восточные** страны (перевод А.И.Малеина), Спб. **1911**.
36. Соколов А. Очерк западного берега Каспийского моря от Петровского укрепления до р. Самур, между горами и морем, со включением морской торговли г. Дербент. Газета "Кавказ". Тифлис. 1848.
37. Успенская Н.Ю. К тектонике третичных предгорий Дагестана. Отдельный оттиск изв. ГГРУ. 1931, т. 50, вып.6, - с. 83-93.
38. Хождение на восток Ф. А. Котова в первой четверти XVII века. Спб., **1907**.
39. Чеботарев И.И. Рельеф и грунтовые воды Кумыкской степи (Дагестан). Изв. ГГО. 1934, т. 66, вып. 6, - с. 827-837

УДК 550.3

DOI: 10.33580/2541-9684-2024-96-1-43-55

ВСПЛЕСК СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА КАВКАЗЕ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ В 2023 Г. И ЕГО ПРОЯВЛЕНИЯ В ВАРИАЦИЯХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАБЛЮДАЕМЫХ НА СЕТИ СТАНЦИЙ В ДАГЕСТАНЕ

*Алиев И.А., Магомедов А.Г.
Институт геологии ОП ДФИЦ РАН*

В статье рассматриваются результаты анализа изменений наблюдаемых на сети станций геофизических параметров и вариаций сейсмической активности на Кавказе и сопредельных территориях в 2020 - 2023 гг. Показано, что с 2022 г. в экзогенных причинах вариаций геофизических параметров к Солнечно - Земным связям добавились и гравитационные явления. Показано, что в анализируемой области при всплеске сейсмической активности в начале 2023 г. в экзогенных причинах вариаций геофизических параметров Солнечно - Земные связи можно исключить.

Ключевые слова: кажущееся сопротивление горных пород, модуль полного вектора геомагнитного поля Земли, тектонические напряжения и деформации от сейсмических событий, геомагнитная активность, индексы геомагнитной активности.

THE SURGE OF SEISMIC ACTIVITY IN THE CAUCASUS AND ADJACENT TERRITORIES IN 2023 AND ITS MANIFESTATIONS IN VARIATIONS OF GEOPHYSICAL PARAMETERS OBSERVED AT THE NETWORK OF STATIONS IN DAGESTAN

*Aliyev I.A., Magomedov A.G.
Institute of Geology of the Russian Academy of Sciences*

The article discusses the results of the analysis of changes in the geophysical parameters observed on the station network and variations in seismic activity in the Caucasus and adjacent territories in 2020 - 2023. It is shown that since 2022, gravitational phenomena have been added to the Solar-Terrestrial relations in the exogenous causes of variations in geophysical parameters. It is shown that in the analyzed area, with a surge of seismic activity in early 2023, Solar-Terrestrial connections can be excluded from exogenous causes of variations in geophysical parameters.

Keywords: apparent resistance of rocks, modulus of the full vector of the Earth's geomagnetic field, tectonic stresses and deformations from seismic events, geomagnetic activity, indices of geomagnetic activity.

1. Анализ вариаций сейсмической активности и кажущегося сопротивления горных пород горных пород в исследуемом районе.

Для анализа связи вариаций кажущееся сопротивление горных пород (КС) горных пород с сейсмической активностью и пространственным распределением очагов землетрясений (последовательных движений эпицентров) была выбрана область с координатами: по широте от 34° до 46° СШ, и по долготе от 40° до 56° ВД. И сейсмические события с $M \geq 4$ и глубиной очага от 4 до 50 км, которые в большинстве случаев отражаются в вариациях КС и модуля полного вектора геомагнитного поля Земли на сети станций наблюдений ИГ ДФИЦ РАН. В выбранную область входят Кавказ, Каспийское море и части территории Турции, Ирака, Ирана, Казахстана и Туркменистана. Сейсмические события для анализируемой области исследуемого периода взяты из каталогов ФИЦ ЕГС РАН [8] и EMSC (European-Mediterranean Seismological Centre) [9].

В таблице 1 приведены данные сейсмических событий из каталога EMSC (European-Mediterranean Seismological Centre) [9] за рассматриваемый период. Сейсмические события взяты с магнитудой $M \geq 3,9$ потому что в каталогах продолжают уточнять положения эпицентров и вычислять магнитуды.

Таблица 1.

Каталог сейсмических событий в анализируемой области за 2023 г.

Дата	Глубина, км	Магнитуда	Регион
31.12.23	10	4,4	ПОГРАНИЧНЫЙ РЕГИОН ТУРЦИЯ-ИРАК
23.12.23	5	4,1	ГРУЗИЯ (САКАРТВЕЛО)
23.12.23	8	4,6	СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ИРАН
14.12.23	23	4,6	КАСПИЙСКОЕ МОРЕ
07.12.23	40	5,4	КАСПИЙСКОЕ МОРЕ, АЗЕРБАЙДЖАН
29.11.23	10	4,4	АЗЕРБАЙДЖАН
14.11.23	35	4,3	СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ИРАН
13.11.23	7	4,6	ГРАНИЦА ТУРЦИИ И ИРАНА
11.11.23	10	4,2	СЕВЕРНЫЙ ИРАН
10.11.23	10	4,2	СЕВЕРНЫЙ ИРАН
08.11.23	35	4,5	СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ИРАН
04.11.23	10	4,7	СЕВЕРНЫЙ ИРАН
25.10.23	12	4,0	ИРАНО-ИРАКСКАЯ ГРАНИЦА
23.10.23	10	4,3	СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ИРАН
21.10.23	10	4,3	ИРАНО-ИРАКСКАЯ ГРАНИЦА
21.10.23	12	4,0	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
19.10.23	7	4,5	КАСПИЙСКОЕ МОРЕ
12.10.23	11	4,5	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
09.10.23	11	4,6	ИРАНО-ИРАКСКАЯ ГРАНИЦА
09.10.23	10	4,1	СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ИРАН
06.10.23	10	4,1	ГРУЗИЯ (САКАРТВЕЛО)
03.10.23	10	4,1	ИРАНО-ИРАКСКАЯ ГРАНИЦА
01.10.23	5	3,9	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
28.09.23	10	3,9	КАВКАЗСКИЙ РЕГИОН, РОССИЯ
24.09.23	5	4,0	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
24.09.23	10	4,0	ГРУЗИЯ (САКАРТВЕЛО)
21.09.23	10	4,4	СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ИРАН
16.09.23	43	4,6	КАСПИЙСКОЕ МОРЕ, ТУРКМЕНИСТАН
16.09.23	41	3,9	АЗЕРБАЙДЖАН
13.09.23	10	4,5	СИРИЯ
11.09.23	10	4,2	КАВКАЗСКИЙ РЕГИОН, РОССИЯ
10.09.23	10	4,7	ИРАК
10.09.23	10	4,6	ИРАК
26.08.23	10	3,9	КАВКАЗСКИЙ РЕГИОН, РОССИЯ
25.08.23	10	4,0	ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИРАН
25.08.23	12	4,2	ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИРАН
23.08.23	5	4,1	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
23.08.23	5	4,0	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
22.08.23	23	4,8	АЗЕРБАЙДЖАН
21.08.23	5	4,1	АРМЕНИЯ
19.08.23	10	4,5	СЕВЕРНЫЙ ИРАН
16.08.23	34	5,2	ТУРКМЕНИСТАН
11.08.23	10	4,2	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
10.08.23	10	3,9	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
10.08.23	5	4,1	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
01.08.23	5	4,1	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
21.07.23	10	4,5	СЕВЕРНЫЙ ИРАН
20.07.23	10	4,4	СЕВЕРНЫЙ ИРАН
19.07.23	35	4,7	СЕВЕРНЫЙ ИРАН
18.07.23	5	4,0	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
13.07.23	5	3,9	ГРАНИЦА ТУРЦИИ И ИРАНА
03.07.23	40	4,1	КАСПИЙСКОЕ МОРЕ, АЗЕРБАЙДЖАН
03.07.23	35	5,4	КАСПИЙСКОЕ МОРЕ, АЗЕРБАЙДЖАН

26.06.23	10	4,7	ПОГРАНИЧНЫЙ РЕГИОН ТУРЦИЯ-ИРАК
19.06.23	5	4,1	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
17.06.23	10	4,5	СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ИРАН
16.06.23	5	4,3	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
15.06.23	20	3,9	КАВКАЗСКИЙ РЕГИОН, РОССИЯ
11.06.23	5	4,3	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
04.06.23	10	4,4	ЗАПАДНЫЙ ИРАН
04.06.23	10	4,5	ЗАПАДНЫЙ ИРАН
31.05.23	10	5,1	ТУРКМЕНИСТАН
13.05.23	10	4,5	ИРАНО-ИРАКСКАЯ ГРАНИЦА
07.05.23	10	4,2	ЗАПАДНЫЙ ИРАН
30.04.23	10	4,2	КАВКАЗСКИЙ РЕГИОН, РОССИЯ
30.04.23	10	4,5	ТУРКМЕНИСТАН
28.04.23	10	4,0	АЗЕРБАЙДЖАН
25.04.23	10	4,5	ЗАПАДНЫЙ КАЗАХСТАН
21.04.23	10	4,5	КАСПИЙСКОЕ МОРЕ, ТУРКМЕНИСТАН
18.04.23	12	4,0	АЗЕРБАЙДЖАН
17.04.23	5	3,9	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
12.04.23	12	4,1	АЗЕРБАЙДЖАН
11.04.23	10	4,2	ГРАНИЦА ТУРЦИИ И ИРАНА
03.04.23	5	3,9	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
01.04.23	10	4,4	КАВКАЗСКИЙ РЕГИОН, РОССИЯ
30.03.23	5	4,3	КАВКАЗСКИЙ РЕГИОН, РОССИЯ
26.03.23	10	4,2	КАВКАЗСКИЙ РЕГИОН, РОССИЯ
24.03.23	10	4,2	АЗЕРБАЙДЖАН
24.03.23	19	5,6	ГРАНИЦА ТУРЦИИ И ИРАНА
22.03.23	10	5,1	СЕВЕРНЫЙ ИРАН
16.03.23	10	5,1	ИРАНО-ИРАКСКАЯ ГРАНИЦА
08.03.23	40	4,2	АЗЕРБАЙДЖАН
06.03.23	5	4,1	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
04.03.23	9	4,0	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
04.03.23	10	3,9	АЗЕРБАЙДЖАН
22.02.23	5	4,4	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
22.02.23	6	3,9	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
20.02.23	5	4,3	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
20.02.23	5	4,3	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
17.02.23	5	4,0	ГРАНИЦЫ ТУРЦИИ И ИРАНА
17.02.23	5	4,5	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
12.02.23	10	4,2	ГРУЗИЯ (САКАРТВЕЛО)
11.02.23	10	4,4	ГРУЗИЯ (САКАРТВЕЛО)
09.02.23	5	3,9	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
09.02.23	6	4,3	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
08.02.23	10	4,5	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
07.02.23	10	4,1	ГРАНИЦА ТУРЦИИ- СИРИИ-ИРАКА
07.02.23	8	3,9	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
06.02.23	7	4,1	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
06.02.23	10	5,0	ВОСТОЧНАЯ ТУРЦИЯ
31.01.23	13	4,1	АЗЕРБАЙДЖАН
29.01.23	10	4,2	ГРАНИЦА ТУРЦИИ И ИРАНА
29.01.23	10	4,1	ГРАНИЦА ТУРЦИИ И ИРАНА
29.01.23	10	4,5	ГРАНИЦА ТУРЦИИ И ИРАНА
29.01.23	10	4,7	ГРАНИЦА ТУРЦИИ И ИРАНА
29.01.23	10	4,1	ГРАНИЦА ТУРЦИИ И ИРАНА
28.01.23	10	4,5	ГРАНИЦА ТУРЦИИ И ИРАНА
28.01.23	15	5,9	ГРАНИЦА ТУРЦИИ И ИРАНА
20.01.23	20	4,3	ГРАНИЦА ТУРЦИИ И ИРАНА
19.01.23	10	4,2	ГРАНИЦА ТУРЦИИ И ИРАНА

18.01.23	10	4,5	ГРАНИЦА ТУРЦИИ И ИРАНА
18.01.23	10	4,4	ГРАНИЦА ТУРЦИИ И ИРАНА
18.01.23	10	5,8	СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ИРАН
14.01.23	10	4,2	АЗЕРБАЙДЖАН
09.01.23	8	4	СЕВЕРНЫЙ ИРАН
02.01.23	8	3,9	СЕВЕРНЫЙ ИРАН

На рис. 1 представлены магнитуды сейсмических событий за 2023 г. А на рисунке 2. число сейсмических событий с магнитудой $M \geq 4$ по месяцам 2023 года. На рисунках видны всплески сейсмической активности в январе-феврале, августе-октябре месяцах. Сильные землетрясения $M \geq 5,0$ произошли в январе, феврале, марте, мае, июле, августе и декабре месяцах.

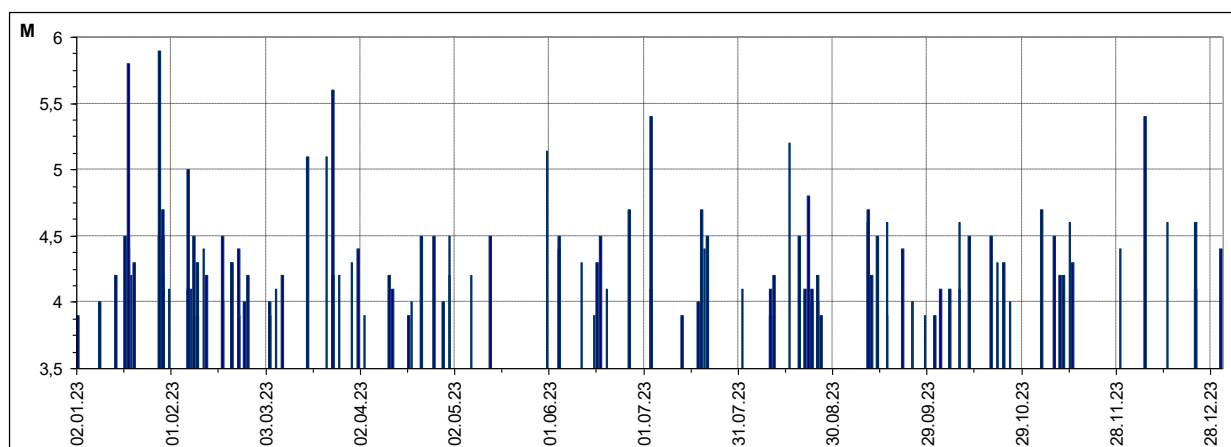
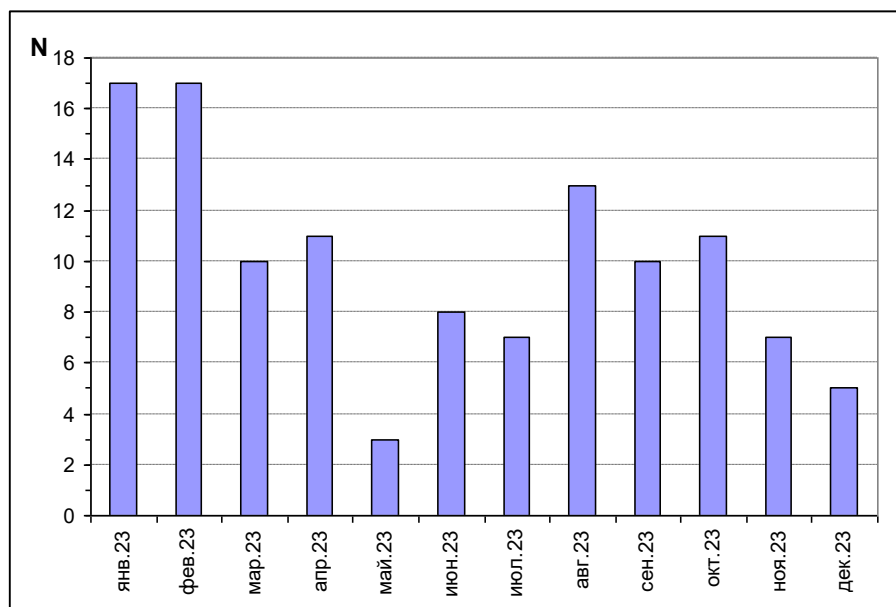


Рис. 1 - Магнитуды последовательных сейсмических событий за 2023 г.

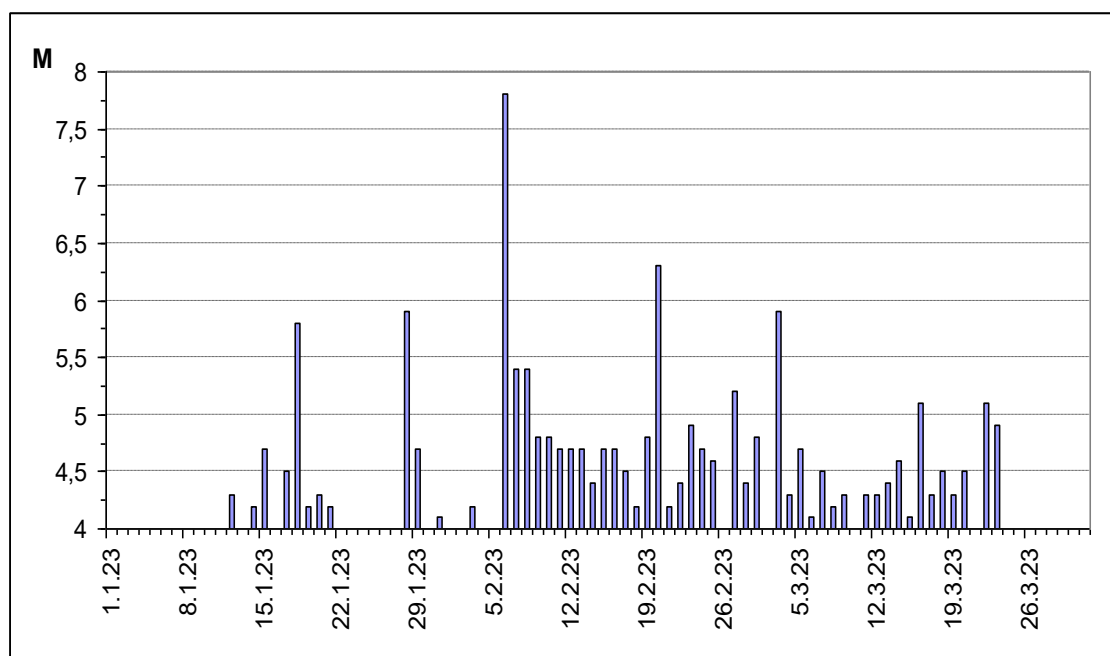
Анализируя всплеск сейсмической активности на юго-западе анализируемой области на территории Турции в январе - феврале 2023 г. отметим как менялась сейсмичность в анализируемой нами области с 2020 по 2022 гг., до всплеска сейсмической активности на территории Турции в начале 2023 г.[1].

В 2020 г. из 118 сейсмических событий с магнитудой $M \geq 4$, происшедших в выбранной области 12 (10,2 %) произошли на территории России и только 1 с максимальным значением $M = 4,7$. В 2021 г. в анализируемой области произошло 82 сейсмических события, из них 7 (8,5 %) на территории России, 1 с максимальным значением $M = 4,7$. В 2022 г. из 97 сейсмических событий, на территории России было 14 (14,4 %), из них только 1 с максимальным значением $M = 5,5$. Отметим также в период с 2020 до 2022 гг. коэффициенты корреляции рядов данных на сети станций наблюдений ИГ ДФИЦ РАН были $k < 0,2$. А нахождение коэффициента корреляции в пределах $k < 0,2$ означает, что разрядка тектонических напряжений, приводящее к повышению сейсмической активности произойдет в области Анатолийских разломов в северо-северо-западном направлении, что и наблюдалось в последовательных движениях эпицентров сейсмических событий [2,3,4].

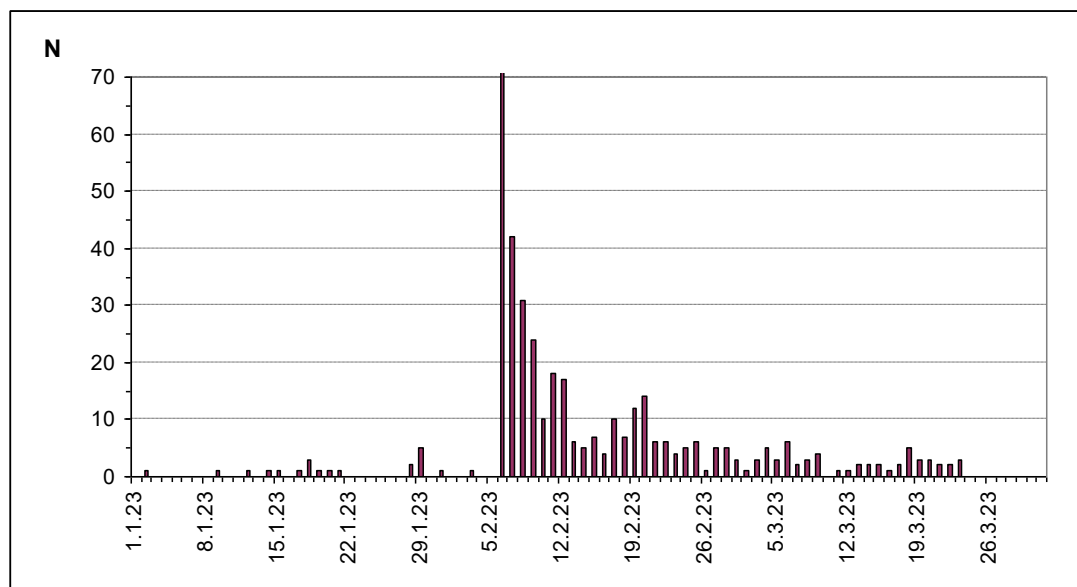
Рассмотрим как менялась сейсмичность в анализируемой нами области в 2023 г., в период всплеска сейсмической активности на территории Турции в начале года. Ширину анализируемой области расширим на запад на 4° до 36° ВД, для того чтобы в анализе использовать сейсмические события западной части Восточного Анатолийского разлома, одного из самых сейсмоактивных мест на территории Турции.

Рис. 2 - Число сейсмических событий с магнитудой $M \geq 4$ по месяцам 2023 г.

В январе 2023 г. из 20 сейсмических событий с магнитудой $M \geq 4$, происшедших в выбранной области, не было ни одного на территории России. В феврале в анализируемой области произошло 396 сейсмических событий, из них только 1 (0,25 %) на территории России, с магнитудой $M = 4$. А в марте из 75 сейсмических событий, на территории России было 2 (2,7 %), из них 1 с максимальным значением $M = 4,3$. Отметим также в период с января по март 2023 г. коэффициент корреляции рядов данных на сети станций наблюдений ИГ ДФИЦ РАН был $k < 0,2$.



а

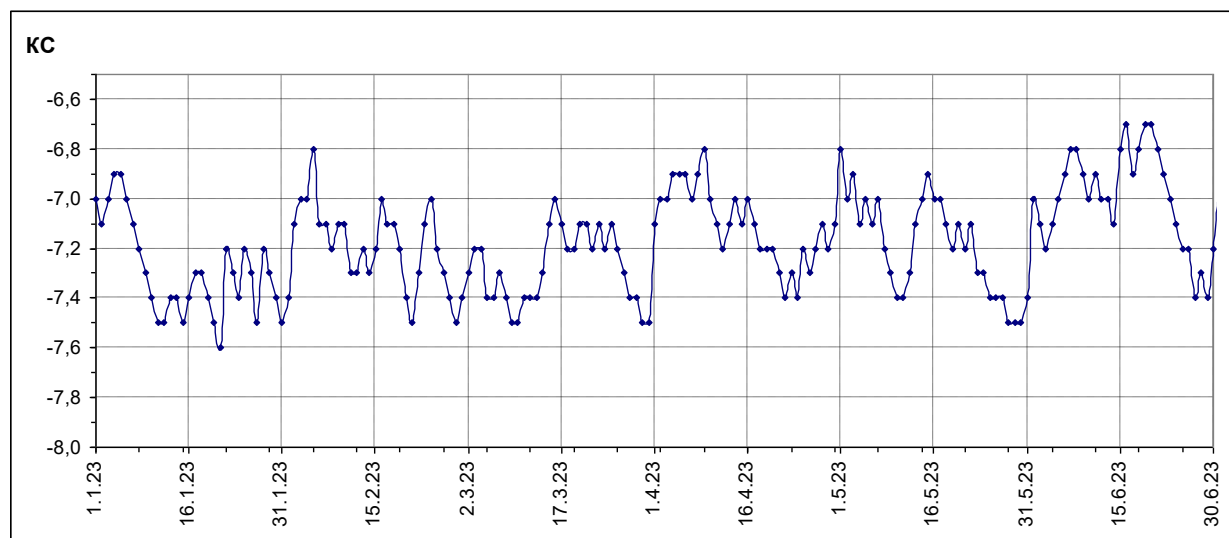


б

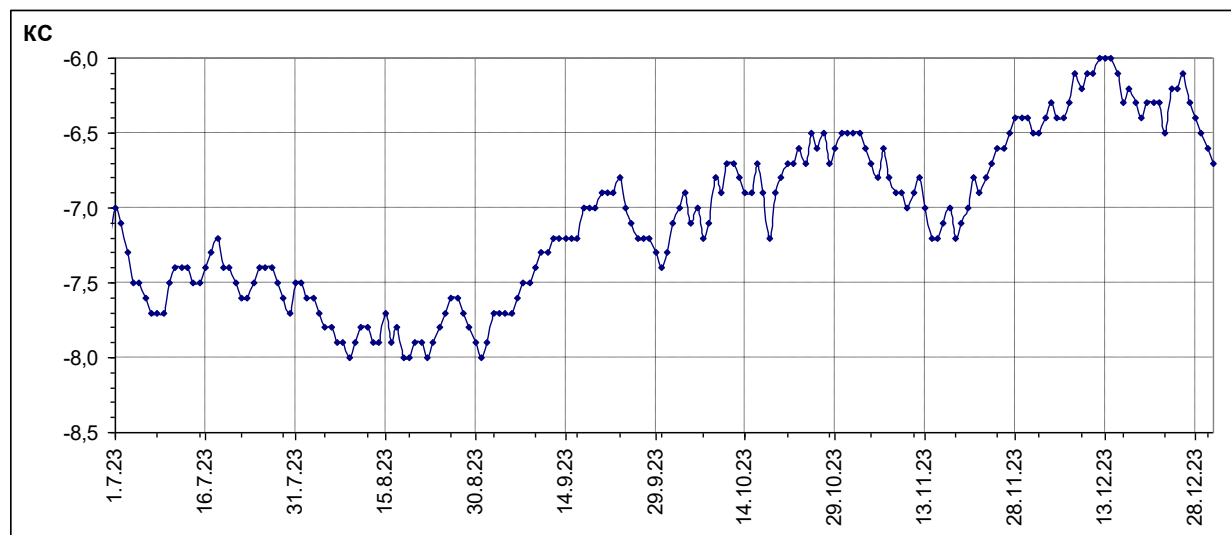
Рис. 3 - Магнитуды сейсмических событий в анализируемой области (а) и число сейсмических событий ((б), 6.02.23 максимальное значение $N = 149$) за период с января по март 2023 г.

Вариации геофизических параметров, отражая в целом изменение напряженно-деформированного состояния в земной коре, при разрядке накопившихся тектонических напряжений, в то же время зависят от многих факторов реальной геологической среды – блокового иерархического строения, ее способности накапливать и перераспределять поступающую энергию и др. Выяснение роли этих механизмов в формировании геофизических полей имеет принципиальное значение для исследования пространственно-временной связи с процессом перераспределения тектонических напряжений и увеличения сейсмической активности [7].

На рисунках 4 (а, б) представлены вариации кажущегося сопротивления горных пород КС на измерительном пункте *Турли* за первое и второе полугодия 2023 г. Сравнивая вариации сейсмической активности (рисунки 1 и 2) и вариации КС горных пород за 2023 г. на рисунке 5 можно отметить, что и здесь именно в периоды максимальных магнитуд отмечаются и резкие изменения КС.



а



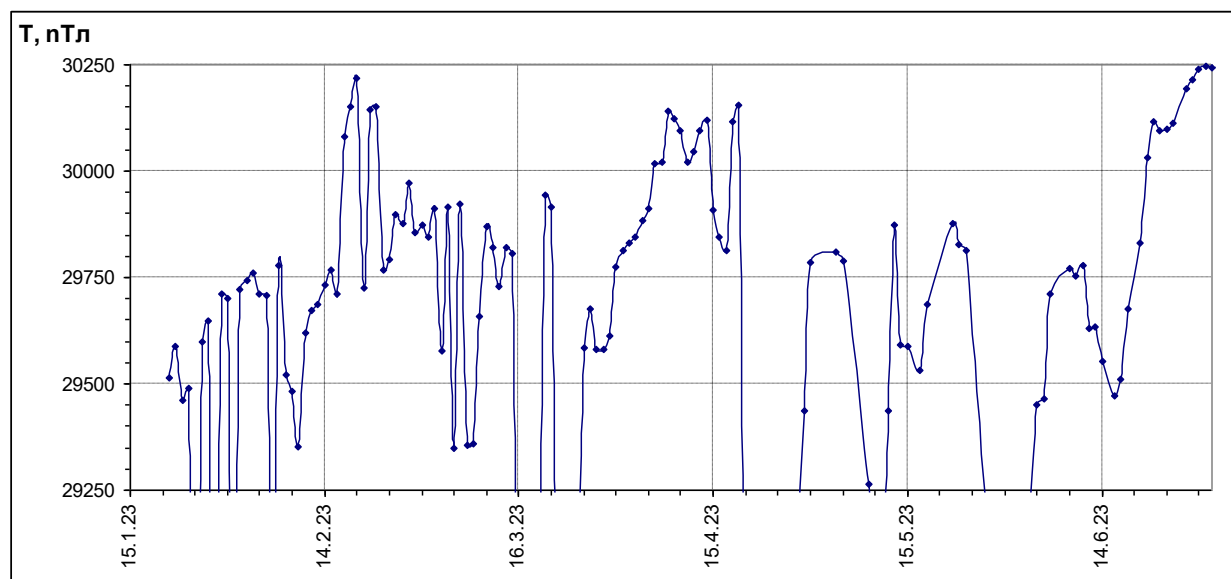
б

Рис. 4 - Вариации кажущегося сопротивления горных пород КС на измерительном пункте Турали: а – за 01-06 2023 г., б – за 07-12 2023 г.

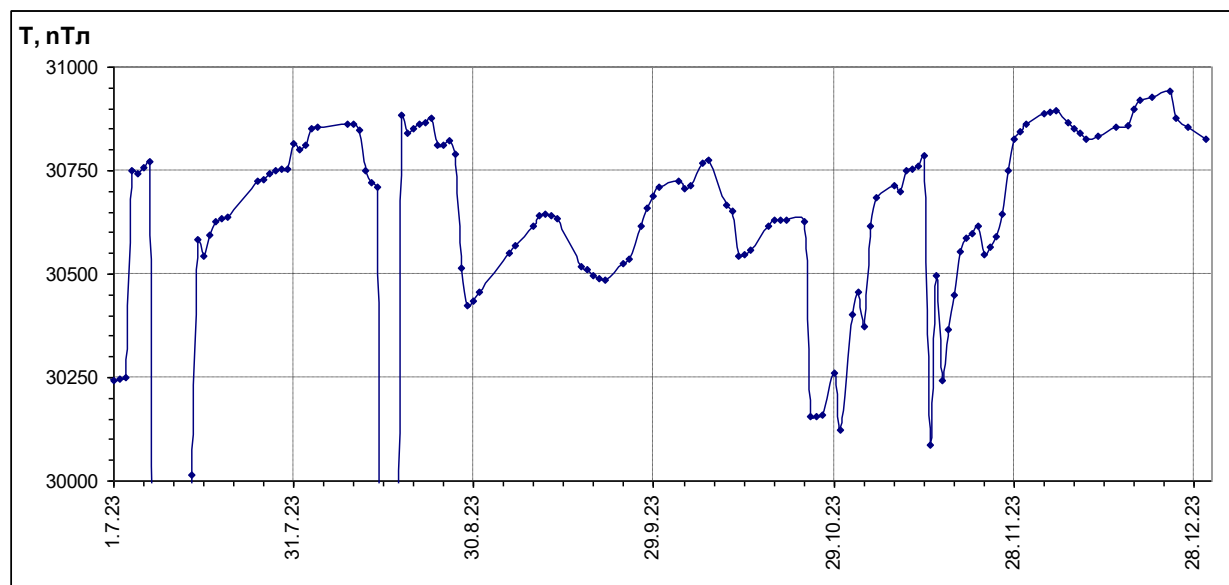
Отсюда можно сделать вывод, что в наблюдаемые вариации КС горных пород на измерительном пункте *Турали* в 2023 г., значительный вклад вносят деформации от сейсмических событий.

2. Вариации геомагнитных данных полученных в 2023 г.

На рисунке 5 (а, б) представлены вариации модуля полного вектора геомагнитного поля Земли на измерительном пункте Султан - Янгиюрт по полугодиям за 01-12 2023 г.



а



б

Рис. 5 - Вариации модуля полного вектора геомагнитного поля Земли на измерительном пункте Султан - Янгийорт: а – за 01-06 2023 г., б – за 07-12 2023 г.

Сравнив, наблюдаемые случаи скачкообразного изменения геомагнитного поля Земли (рисунок 5) с вариациями сейсмической активности из таблицы 1 отметим совпадение этих периодов. Это позволяет нам заключить, что, как и в случае вариаций кажущегося сопротивления горных пород КС, рассмотренных выше, основной вклад в вариации модуля полного вектора геомагнитного поля Земли вносят вариации сейсмической активности, а именно деформации от сейсмических событий.

3. Проявления вариаций геомагнитного поля (индексов магнитной активности) в вариациях наблюдаемых параметров на сети станций

Индексы геомагнитной активности являются количественной мерой магнитной активности [6]. Индексы измеряются в гаммах ($\square$) или нанотеслах (нТл) и отражают весь диапазон возмущений магнитного поля Земли, т. е. при их вычислении учитываются все типы вариаций, которые регистрируются на магнитограммах с разверткой 20 мм в час. AE - индекс был определен как алгебраическая разность AU и AL - индексов и рекомендован для выявления солнечно – земных связей [6, стр.76]. Опытным путем установлено, что 1000 нТл - это уровень обнаруженного или обнаруживаемого воздействия, а 1500 нТл - уровень обязательного воздействия на измеряемые параметры или измерительные линии. А фоновое значение AE - индекса лежит в пределах 0 - 500 нТл.

Оценивая влияние Солнечно-Земных связей за 2020 - 2022 гг. (изменений геомагнитной активности), отметим, что в основном в 2020 и 2021 гг. значение AE – индекса было менее 900 нТл, т.е. ниже уровня обнаруживаемого воздействия это означало, что нет проявлений Солнечно-Земных связей. Было отмечено только по 3 случая за 2020 и 2021 гг. когда значение AE – индекса менее 1300 нТл, т.е. ниже уровня обязательного воздействия. В 2022 г. значения AE – индекса более 1000 нТл, а максимальные значения AE – индекса превышают 2000 нТл. Это позволило нам сделать вывод. В вариациях модуля полного вектора геомагнитного поля Земли и вариациях кажущегося сопротивления горных пород КС в 2022 г. наблюдались и эндогенные и экзогенные причины.

Анализ вариаций модуля полного вектора геомагнитного поля Земли, вариаций КС горных пород, магнитуд последовательных сейсмических событий и вариаций AE –индекса геомагнитной активности в 2022 г. показал, что в экзогенных причинах вариаций геофизических параметров появились и гравитационные явления. Которые проявляются резким увеличением

амплитуд (более 12%, 20%) наблюдаемых параметров и синхронностью появлений на наблюдательных пунктах, что в 2020 и 2021 гг. не наблюдалось [5].

Оценим Солнечно-Земные связи (изменения геомагнитной активности) за январь - март 2023 г. В январе в основном значение AE – индекса было ≤ 1000 пТл, на уровне обнаруживаемого воздействия на измеряемые параметры и измерительные линии, только 15.01. значение AE – индекса было 1170 пТл, значительно ниже уровня обязательного воздействия 1500 пТл. В феврале, в период всплеска сейсмической активности на территории Турции, значение AE – индекса было в пределах 1000 пТл, на уровне обнаруживаемого воздействия. В периоды максимальных значений AE - индекса в конце февраля и марта (27.02.23 - $AE = 2335$ пТл, 23.03.23 - $AE = 2630$ пТл) наблюдается резкое снижение сейсмической активности, в анализируемой области которую расширили на 4° на запад чтобы (как указывали выше) включить в анализ сейсмические события самого сейсмоактивного района Турции.

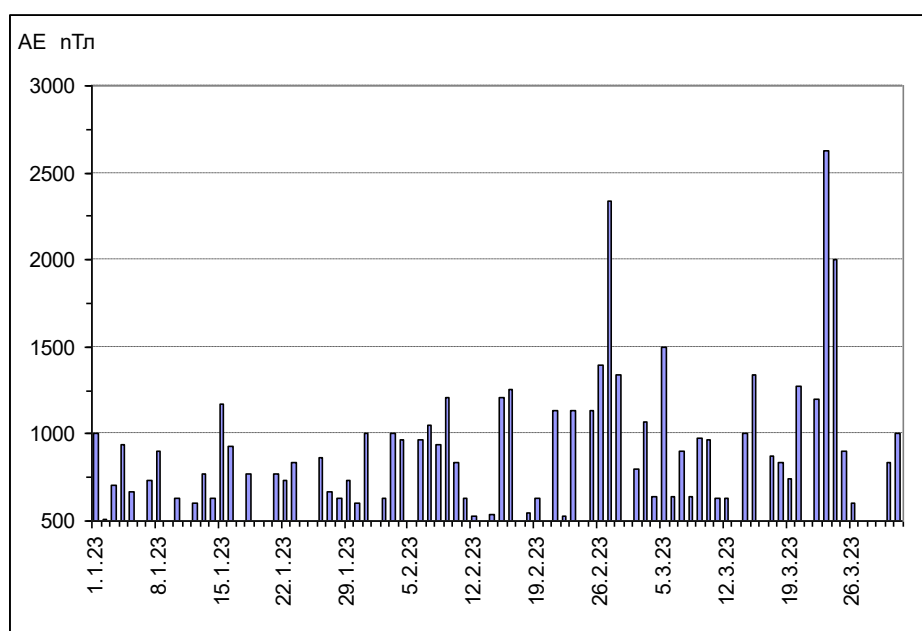
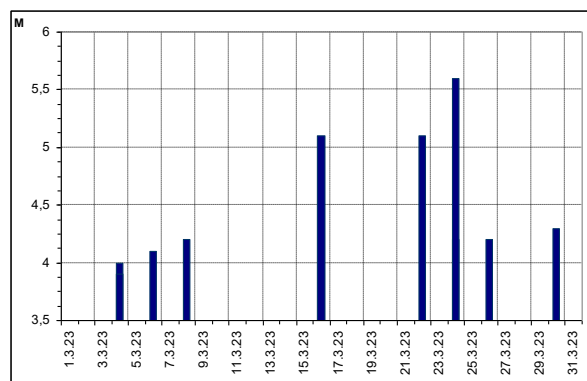
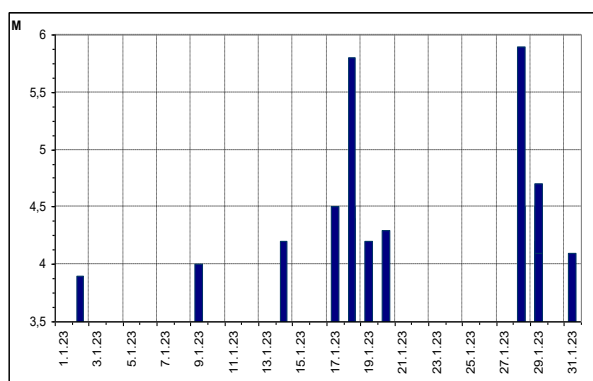
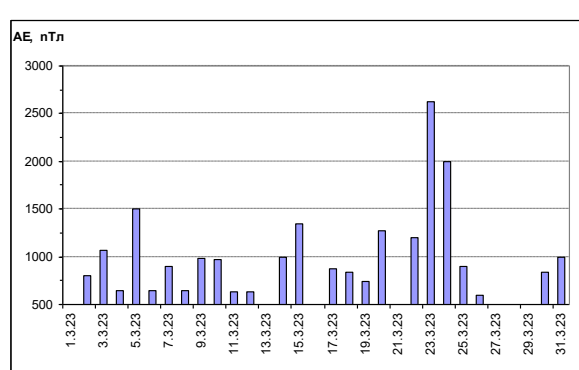
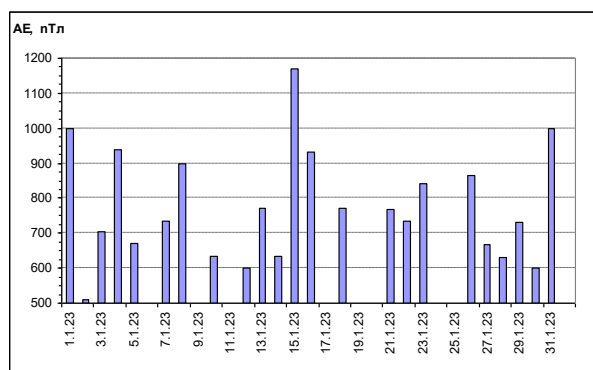
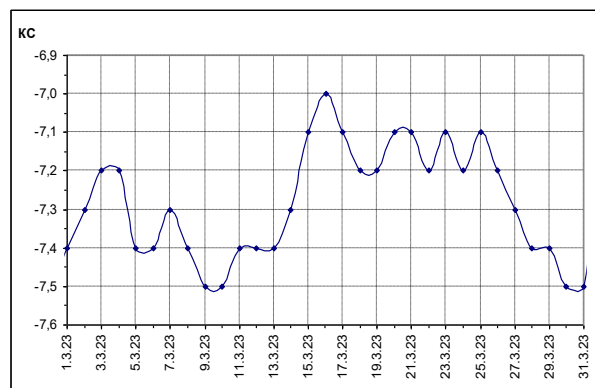
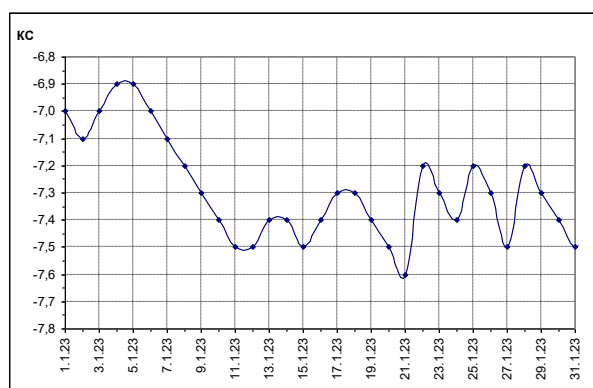
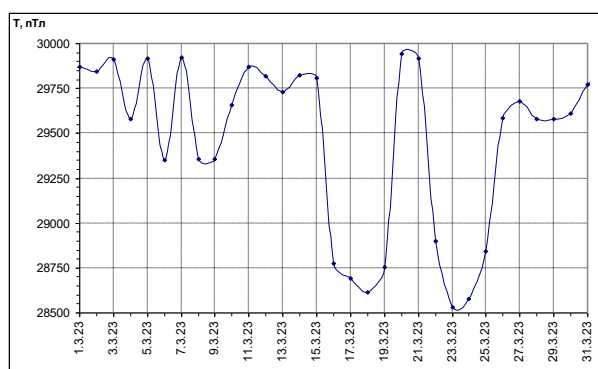
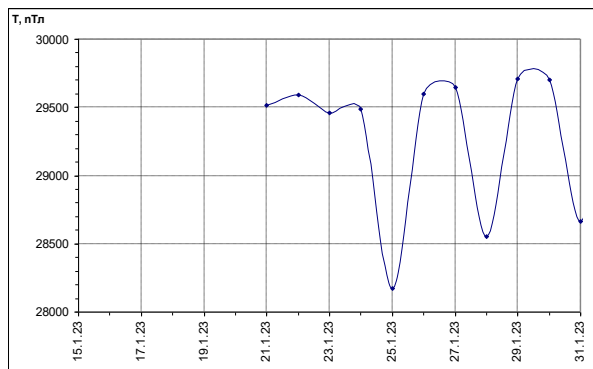


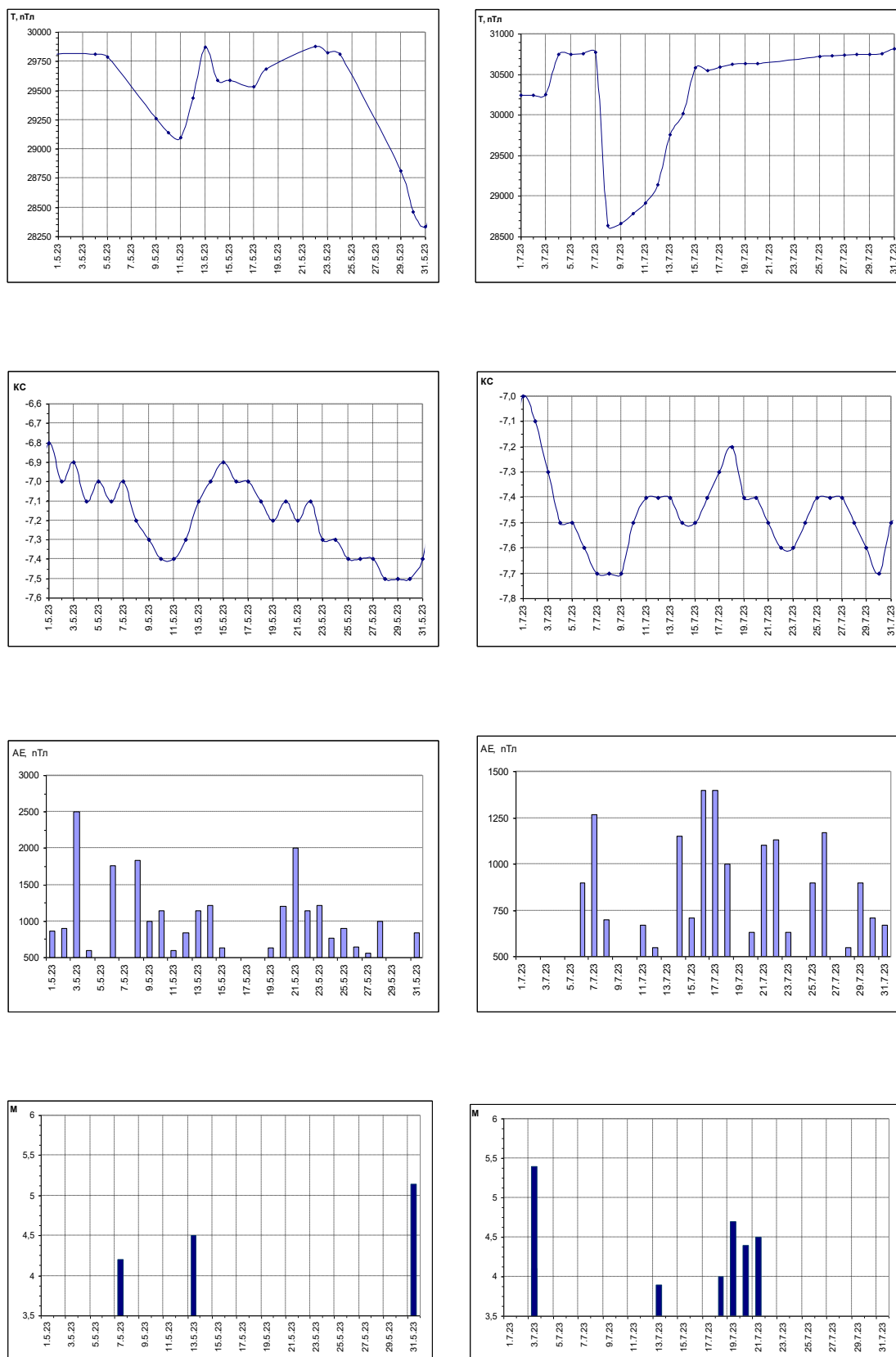
Рис. 6 - Вариации AE - индекса геомагнитной активности в начале 2023 г.

Как видно из рисунков 3 и 6, число сейсмических событий уменьшилось с 149 максимальных в день до 5 (в среднем) в периоды максимальных значений AE - индекса, или на 96,6%. Это позволяет нам из экзогенных причин увеличения сейсмической активности в анализируемой области в начале 2023 г. Солнечно-Земные связи исключить. И сделать предварительный вывод, что в всплеск сейсмической активности в начале 2023 гг. в анализируемой области (из экзогенных причин) основной вклад внесли гравитационные явления, связанные с движениями Земли в Солнечной системе.

Рассмотрим рисунок 7 на котором представлены вариации модуля полного вектора геомагнитного поля Земли T , вариации КС горных пород, вариации AE –индекса геомагнитной активности и магнитуды последовательных сейсмических событий за январь-март -(а), за май-июль -(б), за август-декабрь -(в) 2023 г.



a



б

Рис. 7 - Вариации модуля полного вектора геомагнитного поля Земли T , вариации $КС$ горных пород, вариации AE -индекса геомагнитной активности и магнитуды последовательных сейсмических событий за январь-март -(а), за май-июль -(б), за август-декабрь -(в) 2023 г.

В период наибольших значений магнитуд ($M > 4$) в анализируемой области наблюдаются резкие всплески и падения значений модуля полного вектора геомагнитного поля Земли T , кажущегося сопротивления горных пород KC , а также AE -индекса геомагнитной активности (иногда в противофазе с вариациями T и KC). Рассмотрим вариации наблюдаемых параметров за январь-март (рисунок 7-а), для более детального анализа представленные по месяцам. AE -индекс геомагнитной активности в январе, как указывали выше, значительно ниже уровня обязательного воздействия 1500 нТл.

А совпадение локального минимума KC (15.01.2023 г.) с максимальным значением AE -индекса это случайность. В период максимальных значений магнитуд ($M=5,8$; $M=5,9$) 18 и 28 января 2023 г. в вариациях T и KC наблюдаются резкие изменения. В марте AE -индекс геомагнитной активности (5, 23, 24) выше уровня обязательного воздействия на измеряемые параметры и измерительные линии. Но, как мы показали выше, снижение сейсмической активности на 96,6% позволяет нам Солнечно-Земные связи исключить, и высокие значения AE -индекса в этот период - игнорировать. В период максимальных значений магнитуд ($M=5,1$; $M=5,1$; $M=5,6$) 16, 22 и 24 марта 2023 г. в вариациях T и KC наблюдаются резкие синхронные изменения. На рисунке 7-б представлены вариации наблюдаемых параметров за май и июль. Максимальные значения магнитуд в мае ($M=4,5$; $M=5,1$) 13 и 31 числа, а в июле ($M=5,4$; $M=4,7$; $M=4,5$) 3, 19 и 21 числа. В эти дни в вариациях T и KC и наблюдаются резкие синхронные изменения. В период максимального значения магнитуд 3 июля ($M=5,4$) AE -индекс геомагнитной активности ниже фонового значения 500 нТл, и весь июль ниже уровня обязательного воздействия на измеряемые параметры и измерительные линии. В начале мая AE -индекс имеет максимальное значение 2500 нТл, синхронно с ним начинают падать значения T и KC . Однако амплитуды их изменений (менее 9%) более свойственны эндогенным причинам. А вариации AE -индекса в августе-декабре (рисунок 7-в), максимальные его значения 1750 нТл - 5.08.2023г. и 1700,2000 нТл - 12 и 17.12.2023г. даже не отразились в вариациях модуля полного вектора геомагнитного поля Земли T . Это позволяет нам заключить, что из экзогенных причин увеличения сейсмической активности в анализируемой области в 2023 году Солнечно - Земные связи можно исключить. Максимальные значения магнитуд в августе ($M=5,2$; $M=4,8$) 16 и 22 числа, а в декабре ($M=5,4$; $M=4,7$; $M=4,5$) 7, 14 и 23 числа. В эти дни в вариациях T и KC и наблюдаются резкие синхронные изменения. А уменьшение амплитуд вариаций T в декабре, мы считаем аппаратурной ошибкой связанной с низкими температурами.

Выводы:

- В всплеск сейсмической активности в начале 2023 гг. в анализируемой области (из экзогенных причин) основной вклад внесли гравитационные явления, связанные с движениями Земли в Солнечной системе;
- Из экзогенных причин увеличения сейсмической активности в анализируемой области в 2023 году Солнечно - Земные связи можно исключить.
- Коэффициент корреляции рядов данных сети станций ИГ ДФИЦ РАН можно считать индексом состояния среды. Индексом позволяющим оценить направление смещения сейсмической активности в области куда входят Кавказ, Каспийское море и части территории Турции, Ирака, Ирана, Казахстана и Туркменистана.
- Основной вклад в вариации модуля полного вектора геомагнитного поля Земли и кажущегося сопротивления горных пород KC , вносят вариации сейсмической активности, а именно деформации от сейсмических событий.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 122032200277-4.

Литература

1. Алиев И.А., Магомедов А.Г., Алибеков М.С. Всплески сейсмической активности на территории Турции в октябре 2011 и феврале 2023 гг., и их связь с вариациями сейсмичности Предкавказья. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа» Труды Института геологии ДНЦ РАН. Махачкала. Вып.№1 (92) 2023. С.38-53.
2. Алиев И.А., Черкашин В.И., Мусаев М.А. Некоторые закономерности распределения эпицентров сейсмических событий в Черноморско-Кавказско-Каспийском регионе // Материалы II Международной научно-практической конференции «Природные опасности: связь науки и практики» Саранск, 23-25 апреля 2015 г. С. 7-14.
3. Алиев И.А., Идармачев Ш.Г., Черкашин В.И., и др. Вариации геофизических полей в сейсмоактивной области Дагестана и современные геодинамические движения. Гидрогеология и некоторые прикладные аспекты геологии Восточного Кавказа. Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Махачкала. Вып.№62 2013. С.210-216.
4. Алиев И.А., Мусаев М.А. Анализ корреляционной связи между рядами вариаций кажущегося сопротивления горных пород полученных на сети станций ИГ ДНЦ РАН. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа» Труды Института геологии ДНЦ РАН. Махачкала. Вып.№4 (75) 2018. С.73-83.
5. Алиев И.А., Магомедов А.Г., Алибеков М.С. Некоторые особенности вариаций сейсмической активности и их проявление в наблюдаемых геофизических параметрах на сети станций в 2022 г. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа» Труды Института геологии ДНЦ РАН. Махачкала. Вып.№2 (93) 2023. С.46-55.
6. Заболотная Н.А. Индексы геомагнитной активности: Справочное пособие. Изд. 2-е, перераб. М.: Издательство ЛКИ, 2007. 88 с.
7. Садовский М.А., Болховитинов Л.Г., Писаренко В.Ф. Деформирование геофизической среды и сейсмический процесс. М.: Наука. 1987. 100с.
8. www.ceme.gsras.ru
9. www.emsc-csem.org

УДК 551.24

DOI: 10.33580/2541-9684-2024-96-1-56-67

СОПУТСТВУЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЗЛОМНО-БЛОКОВОЙ СТРУКТУРЕ
ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА*Магомедов Р.А.**Институт геологии ДФИЦ РАН*

На основе анализа материалов отечественных и зарубежных исследователей, а также, собственных исследований показаны особенности пространственно-временного распределения геолого-геофизических полей в разломно-блоковой структуре Восточного Кавказа. Предполагается что, подлитосферные движения в верхней мантии и астеносфере спровоцированные энергией триггерных механизмов (в том числе, тепловым режимом земных недр и ротационно-пульсационным режимом планеты), способствуют формированию горизонтального тектонического стресса в крупных блоках литосферы, которые в свою очередь провоцируют тектонические напряжения в блоках низшего порядка и всплеску сейсмической активности. Показано что, аномальные геофизические поля, формирующиеся в период подготовки и свершения сейсмических событий, своим проявлением демонстрируют (обнаруживают) разноранговые разрывы и разломы практически в любом участке земной поверхности, а некоторые показатели, в частности, гидрогеодеформационное поле (ГГД-поле), высокочастотная часть спектра колебаний сейсмических волн и др. – активизацию сейсмогенерирующих структур. Для региона северо-восточного сегмента Восточного Кавказа, в основном, характерна активизация сейсмогенерирующих разломов субкавказской ориентации при режиме деформирования – «сжатие», обусловленным встречными движениями двух крупных тектонических плит – Евразийской (Скифско-Туранской) и Аравийской. При этом гипоцентры сильных землетрясений (в том числе исторических) тяготеют к границам сейсмофокальных пластин, уходящим под кавказское складчатое сооружение. С пространственным размещением основных сейсмогенерирующих разломов Восточного Кавказа связаны особенности сейсмического режима региона, пространственное положение и «миграция» «очагов» сильных землетрясений.

Ключевые слова: разломно-блоковая структура, разломообразование, тектоника, сейсмичность, «очаг» землетрясения, деформирование, геофизические процессы, аномальные геолого-геофизические поля.

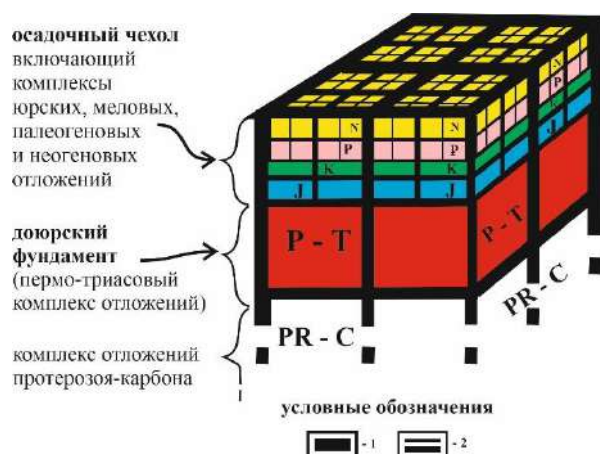
THE FAULT-BLOCK STRUCTURE OF THE EASTERN CAUCASUS:
formation and related processes*Magomedov R.A.**Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, Russian Academy of Sciences*

Based on the analysis of materials from domestic and foreign researchers, as well as their own research, the features of the spatial and temporal distribution of geological and geophysical fields in the fault-block structure of the Eastern Caucasus are shown. It is assumed that sublithospheric movements in the upper mantle and asthenosphere provoked by the energy of trigger mechanisms (including the thermal regime of the Earth's interior and the rotational pulsation regime of the planet) contribute to the formation of horizontal tectonic stress in large blocks of the lithosphere, which in turn provoke tectonic stresses in lower-order blocks and a surge in seismic activity. It is shown that anomalous geophysical fields formed during the preparation and completion of seismic events demonstrate (detect) multi-rank ruptures and faults in almost any part of the Earth's surface, and some indicators, in particular, the hydrogeodeformation field (GGD field), the high-frequency part of the spectrum of seismic wave oscillations, etc. - activation of seism generating structures. The region of the north-eastern segment of the Eastern Caucasus is mainly characterized by the activation of seism generating faults of the Subcaucasian orientation under the deformation regime – "compression" caused by the oncoming movements of two large tectonic plates – the Eurasian (Scythian-Turanian) and Arabian. At the same time, the hypocenters of strong earthquakes (including historical ones) tend to the boundaries of seism focal plates extending under the Caucasian folded structure. The spatial location of the main seism generating faults of the Eastern Caucasus is associated with the peculiarities of the seismic regime of the region, the spatial position and the "migration" of "foci" of strong earthquakes.

Keywords: fault-block structure, faulting, tectonics, seismicity, earthquake "focus", deformation, geophysical processes, anomalous geological and geophysical fields.

Разломообразование в литосфере – геологический процесс, продолжающийся с архея (образования твердой коры) до настоящего времени. Длительное напряженное состояние верхней

хрупкой части литосферы приводит к ее деформации и разломообразованию. Сочетание разноранговых разрывов образует разломно-блоковые структуры литосферы и ее деструктивные зоны, развитие которых происходит эволюционно от мелких к крупным. Блоковая делимость литосферы согласно [3, 46, 47] происходит на двух масштабно-временных уровнях. Первоначально в литосфере формируются крупные блоки первого и, возможно, второго рангов, определяющие первый масштабно-временной уровень крупных блоковых структур литосферы (рис. 1). Разломы первого масштабно-временного уровня играют главную роль в контроле крупнейших наиболее сильных землетрясений мира. Разломы второго уровня образуют ориентированную и организованную в литосфере разломно-блоковую структуру.



1 - границы разломно-блоковых структур и деструктивные зоны первого масштабно-временного уровня. 2 - границы разломно-блоковых структур и деструктивные зоны второго и низшего масштабно-временного уровней.

Рис. 1. Схема блоковой делимости литосферы на двух масштабно-временных уровнях по [47], с дополнениями для восточно-кавказского региона.

О происхождении глубинных разломов и их пространственном размещении опубликованы много работ [10, 27, 29, 30, 37-39, 45 и др.]. Анализ материала показывает, что большинство авторов приходит к следующему выводу: природа геодинамических и геотектонических процессов, возникновения самых глубинных разломов в земной коре, их простираение лежит глубже и, определяется тепловым режимом земных недр, формой и пространственным положением неоднородностей (в том числе и температурных) в теле Земли и ее ротационно-пульсационным режимом как планеты.

Анализ разномасштабных геологических, тектонических и структурно-тектонических карт [11, 12, 35, 36 и др.] дают представление о широком развитии разноранговых разрывов и разломов практически в любом участке земной поверхности. Тектоническая активизация, как геологический процесс, существенно влияет на густоту сетки разломов (чем выше активность, тем гуще сетка разломов). А сейсмические события, контролируемые разломами, несут самую достоверную информацию об их активизации. Активизация разломов на современном этапе геодинамического развития литосферы определяется движениями ограничивающих их блоков, зависящими от трех главных из многих не менее важных энергетических источников и прочностных характеристик: а) подлитосферных движений в верхней мантии и астеносфере; б) реологических свойств межблоковой геологической среды; в) энергии триггерных механизмов, способствующих возбуждению метастабильного состояния разломно-блоковой среды литосферы (гравитационные возмущения, деформационные волны, лунно-солнечные влияния и прочие космические факторы). Из всех типов движений блоков земной коры горизонтальное движение (сдвиг) – наиболее энергетически экономная форма перемещения масс, поскольку не требует преодоления силы тяжести (подавляющее множество видов движений в земной коре составляют горизонтальные и субгоризонтальные). В системе разломов действует много механизмов, создающих сильную неустойчивость. В частности, это миграция флюидов, циркулирующих в земной коре способная снизить прочность разлома на

порядок. А поведение флюидов в процессе подготовки и свершения сейсмических событий отражает пространственное положение основных сейсмогенерирующих разломов [4, 7, 15, 23, 24 и др.].

Подлитосферные движения в верхней мантии и астеносфере спровоцированные энергией триггерных механизмов (в том числе, тепловым режимом земных недр и ротационно-пульсационным режимом планеты), способствуют формированию горизонтального тектонического стресса в крупных блоках литосферы, которые в свою очередь провоцируют тектонические напряжения в блоках низшего порядка и всплеску сейсмической активности (рис. 2).

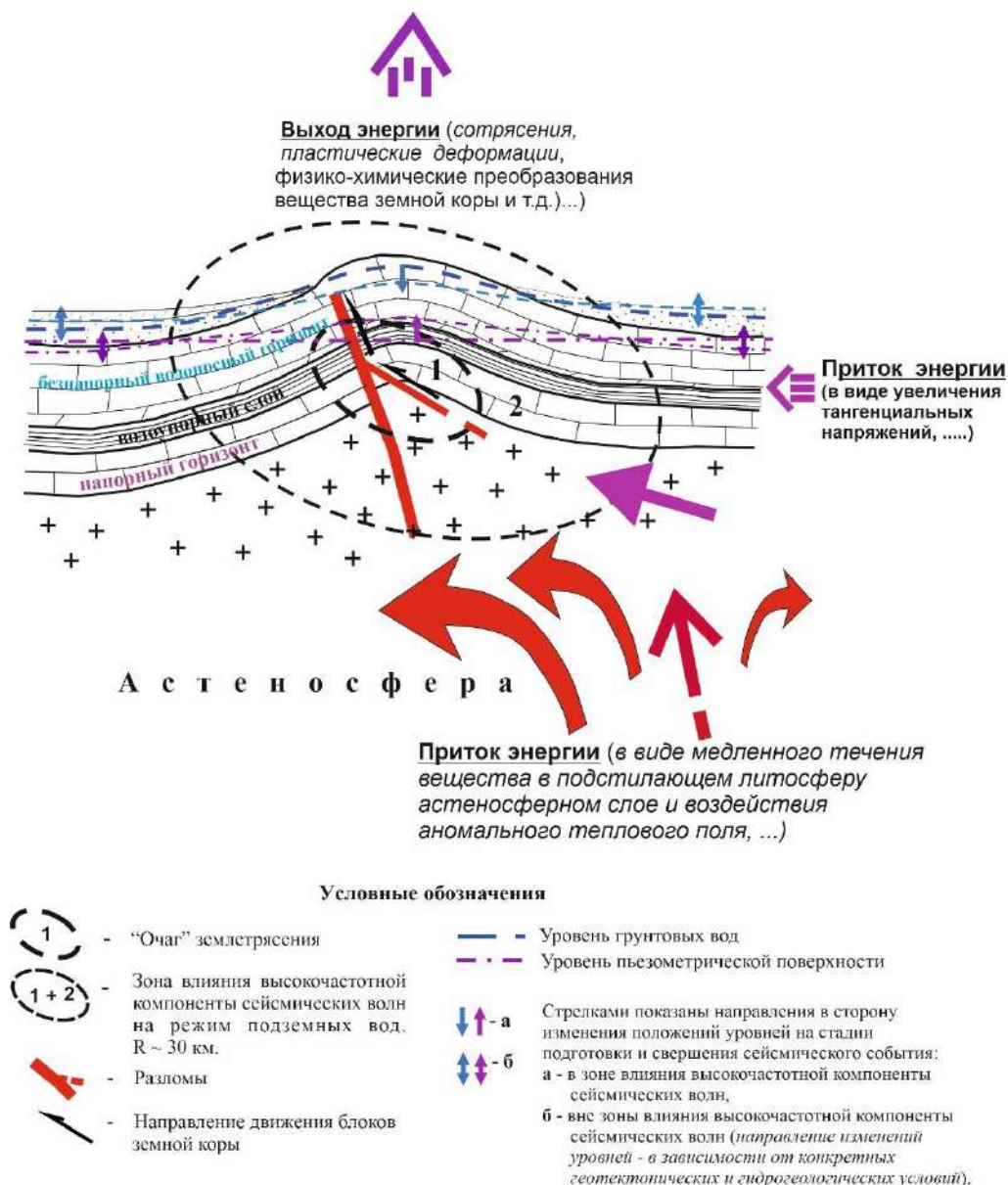


Рис. 2. Модель формирования горизонтального тектонического стресса и влияния высокочастотной (ультразвуковой) компоненты сейсмических волн на напорный, и со свободной поверхностью водоносные горизонты.

На протекающие геотектонические процессы и сейсмическую активность откликаются соответствующим образом геолого-геофизические поля. В частности, на подземные воды оказывают влияние физические поля (электромагнитные, акустические и др.) изменяющиеся в период

подготовки и свершения сейсмических событий. Тектонический стресс и метаморфические реакции в зонах «активных» разломов приводят не только к изменению физико-химических процессов в геологической среде, но и давления флюидов (изменению ГГД-поля), в том числе – к скачкообразному.

Экспериментальные исследования показали, что воздействия акустических и электрических полей на водонасыщенные породы приводят к существенному повышению проницаемости пород, что обусловлено разрушением плёнок связанной воды [43]. Влияние сейсмических явлений на изменение уровней и дебитов пластовых вод в скважинах и источниках осуществляется не только за счёт сжатия пород, но и вследствие увеличения их проницаемости при действии упругих волн со звуковой и ультразвуковой частотой. Аномальное гидрогеодинамическое поле [4, 5, 7, 8, 31] и поле высокочастотной составляющей сейсмических волн (поле ультразвуковых колебаний) возникают с началом процесса подготовки сейсмического события, что установлено непосредственными наблюдениями. Экспериментально обнаружено [2, 9, 40, 42-44], что перед землетрясением возникает акустическое излучение, фиксируемое на расстояниях первых десятков км от «очага» готовящегося сейсмического события. Механизм возникновения высокочастотных сейсмических колебаний деформационными процессами в литосфере Земли изучается экспериментально с момента ее открытия – с 1975 года [32, 33 и др.]. Высокочастотное излучение является откликом трещиноватой геологической среды на деформацию. Аномальные изменения высокочастотных колебаний, связанные с повышением сейсмической активности, как обнаружено [48], могут значительно превышать таковые, связанные с другими процессами: лунно-солнечными приливами, изменением метеорологических и флюидодинамических условий.

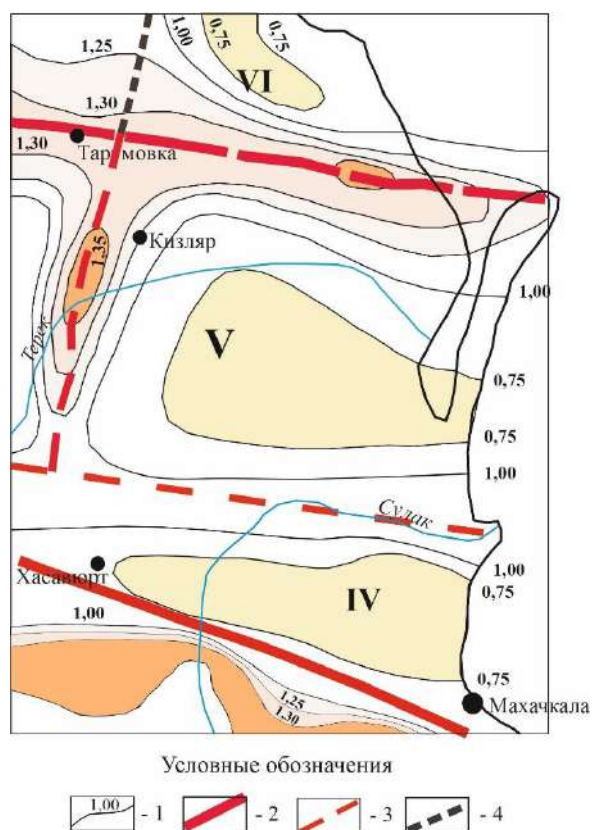
Скорость распространения ультразвуковых волн, по сравнению с фильтрацией, движением флюида в пласте, можно считать практически мгновенной (скорость звука в воде при 0 °C составляет 1485 м/сек, в граните - 3950 м/сек). Поэтому имеет место практически одновременное, с началом процесса формирования «очага» сейсмического события, воздействие ультразвуковых волн на подземные воды и водовмещающие породы области формирования «очага» и вокруг него. Опыты, проведенные Н.В. Черским, показали что, под влиянием ультразвука разрушаются пленки связанной воды и резко возрастает проницаемость пород – через несколько секунд после обработки упругими волнами она возрастала в десятки раз. В сильном акустическом поле на границе раздела фаз *твердое тело-жидкость* возникают интенсивные течения, и малоподвижная связанная вода высвобождается, приобретая способность к более быстрой миграции. Мироненко В.А., Шестаков В.М. [28] отмечают, что часть связанной воды переходит в свободное состояние в случае приложения к породе динамических нагрузок. Завершающая стадия подготовки сейсмического события и есть динамическая нагрузка.

На основе анализа результатов режимных наблюдений за уровнем подземных вод, полученных в непосредственной близости от «очагов» и изучения опубликованного экспериментального (лабораторного) и полевого материалов по наблюдению за высокочастотным полем, в связи с сейсмическими событиями по различным регионам мира, в том числе, и в Дагестане, обнаружен эффект влияния высокочастотной (ультразвуковой) составляющей сейсмических колебаний на напорный и со свободной поверхностью водоносные горизонты [15, 23, 24]. Суть обнаруженного эффекта заключается в том, что в период подготовки и свершения сильного сейсмического события, уровни подземных вод в водоносных горизонтах со свободной поверхностью и напорном изменяются в противофазе (рис. 2). Эффект, очевидно, вызван воздействием высокочастотной (ультразвуковой) компоненты сейсмических колебаний на систему вода-порода – не далее ~ 30 км от источника («очага») сильного сейсмического события. В случае водоносного горизонта со свободной поверхностью связанная и капиллярная воды переходят в свободное состояние, и уровень подземных вод опускается (поскольку отсутствуют («разрушаются», «исчезают»), на время воздействия высокочастотных колебаний, силы взаимодействия связанной и капиллярной воды с породами) во вновь образовавшиеся емкости за счет процесса трещинообразования. В случае напорного горизонта, пьезометрический уровень поднимается, поскольку «теряется» противодействие (в виде сил взаимодействия связанной воды с породами) избыточному давлению в пласте, на время воздействия

высокочастотных колебаний и, открываются новые пути миграции вверх. После свершения сильного сейсмического события режим подземных вод возвращается в свое «исходное» состояние. «Исходное», но не идентичное состоянию, накануне начала подготовки и свершения сильного сейсмического события – геологическая среда уже не та, что была до события. Произошли изменения в показателях тектонического стресса, гидродинамического давления, физико-химических процессов и т.д. Направление изменений уровней подземных вод вне зоны влияния высокочастотной компоненты сейсмических (рис. 2) зависит от конкретных геотектонических и гидрогеологических условий исследуемой территории.

В геологической среде неустойчивость и аномальные геофизические поля создают и химическое разупрочнение пород, и фазовые переходы с изменением объема. Экспериментально установлено [41], что минералы, содержащие воду при одноосном сжатии под действием нагрузки свыше 10^4 кгс/см² разлагаются с выделением воды со взрывом. Такие явления сопровождаются увеличением объема конечных продуктов, а реализация процесса со взрывом связана с деформациями вещества – образование разрывов в пластах, сдвиги, взбросы сбросы и т.д.

Тепловые поля также, наподобие ГГД-поля [15 и др.], образуют аномальные линейно вытянутые структуры в соответствии с пространственным положением дизъюнктивных нарушений [34] (рис. 3).



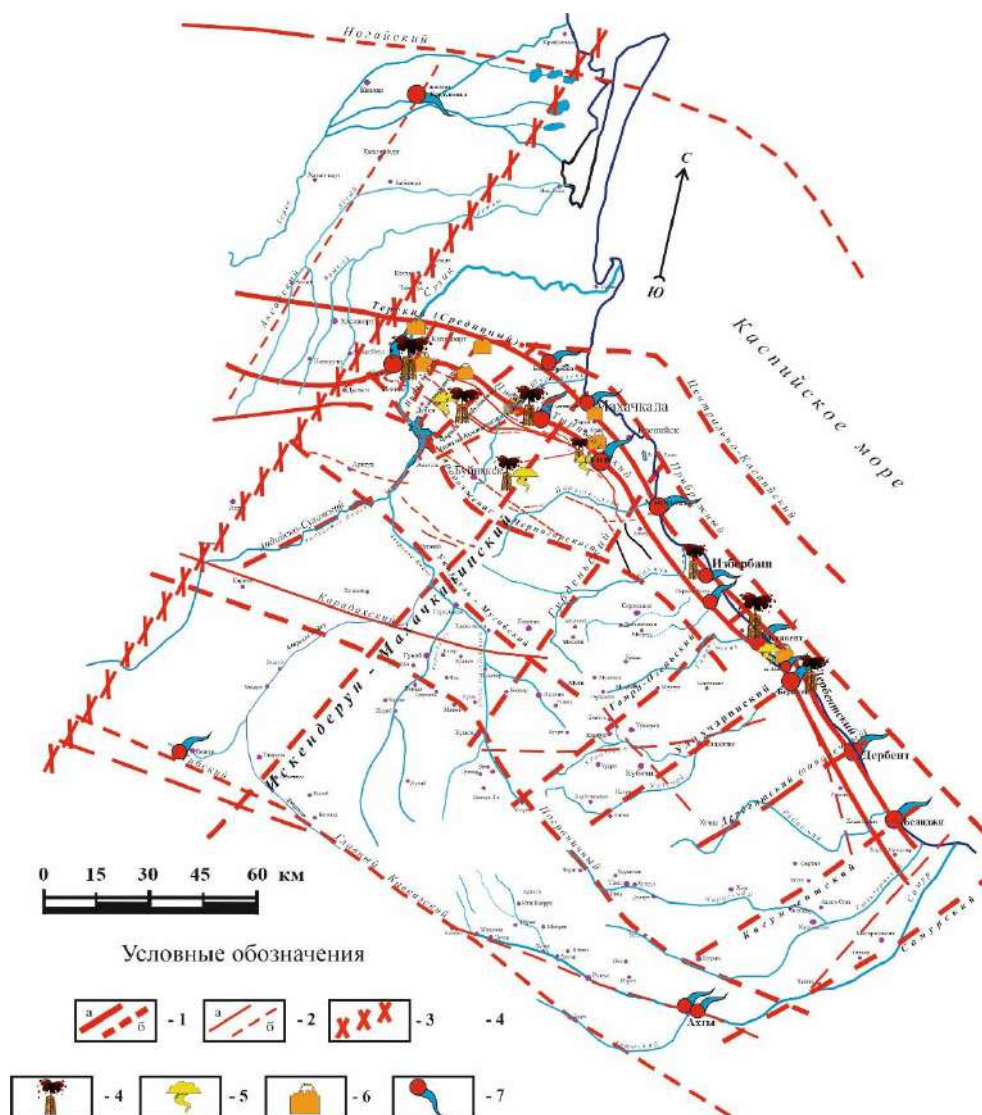
1 – изолинии тепловых потоков, $\text{мк кал/см}^2 \cdot \text{сек}$, 2 – глубинный разлом, 3 – предполагаемый глубинный разлом, 4 – условная граница геотермических районов.

Геотермические районы: IV – Предгорный, V – Терско-Сулакский, VI – Северо-Восточный.

Рис. 3. Карта тепловых потоков Дагестана (по В.В. Суетнову, 1967 г.)

Таким образом, аномальные геофизические поля своим проявлением демонстрируют (обнаруживают) разноранговые разрывы и разломы практически в любом участке земной поверхности, а некоторые показатели, в частности, ГГД-поле, высокочастотная часть спектра колебаний сейсмических волн, радоновая эманация и т.д. – активизацию сейсмогенерирующих структур в период подготовки и свершения сейсмических событий.

Одними из косвенных признаков активности разломов являются также расположенные вдоль них цепочки эпицентров землетрясений, нефтегазопроявления, вулканы (в том числе и грязевые) и термальные источники. В Дагестанском секторе Восточного Кавказа это: Ахтынские (или Ахтынские бани), Белиджинские, горячие термальные источники колхоза Кардоновка Кизлярского района, Источники Исти-Су, Зурамакентские термальные источники Кизилюртовского района (село Гельбах), Заузанбашские, Талгинские, Махачкалинские, Каякентские, Манаскентские, Берикейские, Избербашские, Бежтинские источники и многие другие с температурой воды от 33 до 70 °С и выше (рис. 4). На схеме нанесены основные (не все) нефтегазопроявления, грязевые вулканы и термальные источники, расположенные на равнине и Предгорьях Дагестана. Как видно, все они тяготеют к разломным зонам и их пересечениям, в основном, с зонами субкавказской ориентации.

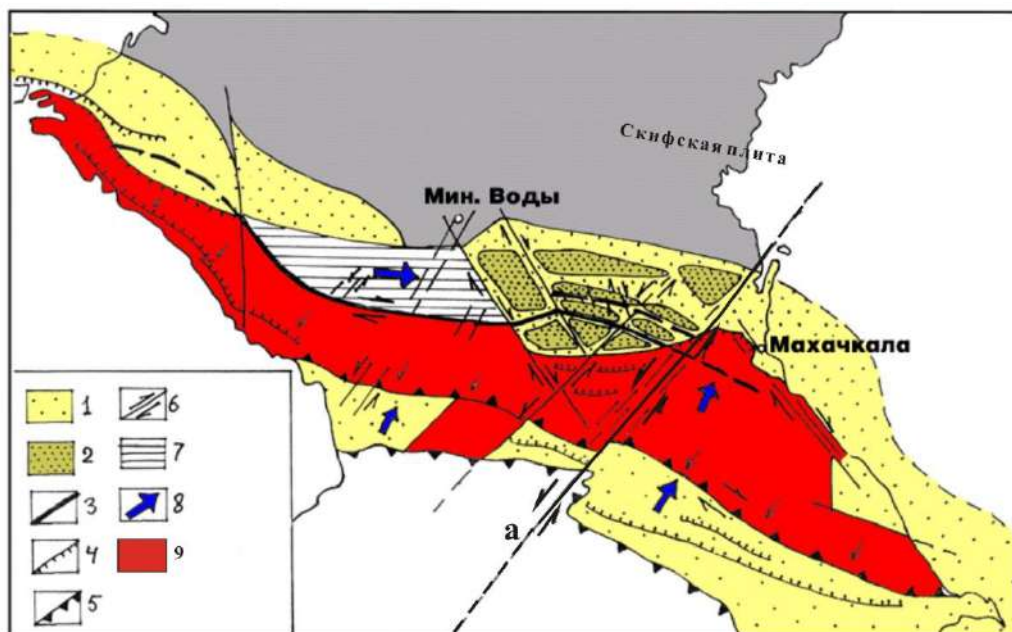


1 - границы разломно-блоковых структур и деструктивные зоны первого масштабного-временного уровня (а – достоверные, б – предполагаемые). 2 - границы разломно-блоковых структур и деструктивные зоны второго масштабного-временного уровня (а – достоверные, б – предполагаемые). 3 – фрагмент Аграхано-Тбилиско-Левантской левосдвиговой зоны первого порядка. 4 – поверхностные нефтепроявления. 5 – приповерхностные газовые аномалии. 6 – проявления грязевого вулканизма. 7 – термальные источники.

Рис. 4. Разломно-блоковая структура северо-восточного сектора Восточного Кавказа с нанесением поверхностных нефтегазопроявлений, грязевых вулканов и термальных источников.

В каждом регионе обычно устанавливается несколько систем разломов. В восточно-кавказском регионе основная сеть разломов ориентирована в субкавказском (продольном) и перпендикулярном к последнему направлениях. Зарегистрирована и диагонально ориентированная к последним сеть разломов, имеющая подчинённое значение. Выделенные на схеме основные субкавказские глубинные разломы и секущиеся вкрест их простирания, поперечные разломы формируют разломно-блоковую структуру рассматриваемой территории и обуславливают ее высокую современную сейсмичность [16, 18, 19]. Новая обобщенная схема разломно-блокового строения масштаба 1:500 000 составленная на основе анализа результатов исследований опубликованного и фондового материалов отечественных, в том числе и кавказских геологов, а также собственных исследований, отражает почти все известные крупные дизъюнктивные нарушения и блоки фундамента и осадочного чехла региона на современном этапе его изученности. Основные принципы построения схемы заключались в объединении разломно-блоковых структур литосферы и ее деструктивных зон на двух масштабно-временных уровнях с учетом их возраста и структурно-исторических особенностей.

Среди разломов продольного направления прослежены такие крупнейшие разломы как Срединный и Пшекыш-Тырныаузский, выделенные Г.Д. Аджигиреем и Е.Е. Милановским [1, 27]. В рельефе поверхности Мохоровичича (рис. 5) отчетливо выделяется *Пшекыш-Тырныаузская шовная зона*, пересекающаяся поперечной *Аграхано-Тбилисско-Левантийской левосдвиговой зоной I порядка* Н.В. Короновского [13], которая является новейшим структурным элементом Кавказа и западной границей Дагестанского выступа. Наибольшая геодинамическая активность наблюдается в районе пересечения этой зоны с Черногогорским, Пшекыш-Тырныаузским и Срединным разломами во фронтальной части Дагестанского выступа, подтвержденная долговременной сейсмической активностью.



1. Неоген-четвертичные Предкавказские прогибы и Закавказские межгорные впадины; 2. Наиболее прогнутые участки Терско-Каспийского прогиба; 3. Пшекыш-Тырныаузская шовная зона; 4. Перемещение по надвигам и вергентность складок; 5. Надвиги рудного тела; 6. Сдвиги: *а* - Аграхано-Тбилисско-Левантийская левосдвиговая зона I порядка; 7. Лабино-Малкинская моноклиаль; 8. Основные перемещения масс; 9. Горно-складчатое сооружение Большого Кавказа.

Рис. 5. Блочное строение докембрийского фундамента (по Н.В. Короновскому)

Подавляющее большинство землетрясений земной коры, приурочено к зонам так называемых «живых», активных разломов. Хотя очаги современных сильных землетрясений могут

располагаться в любой части зоны «живого» разлома, выявлены места, где они возникают особенно часто. Это пересечения и сочленения разнонаправленных разломов [14, 20 и др.] (рис. 6).

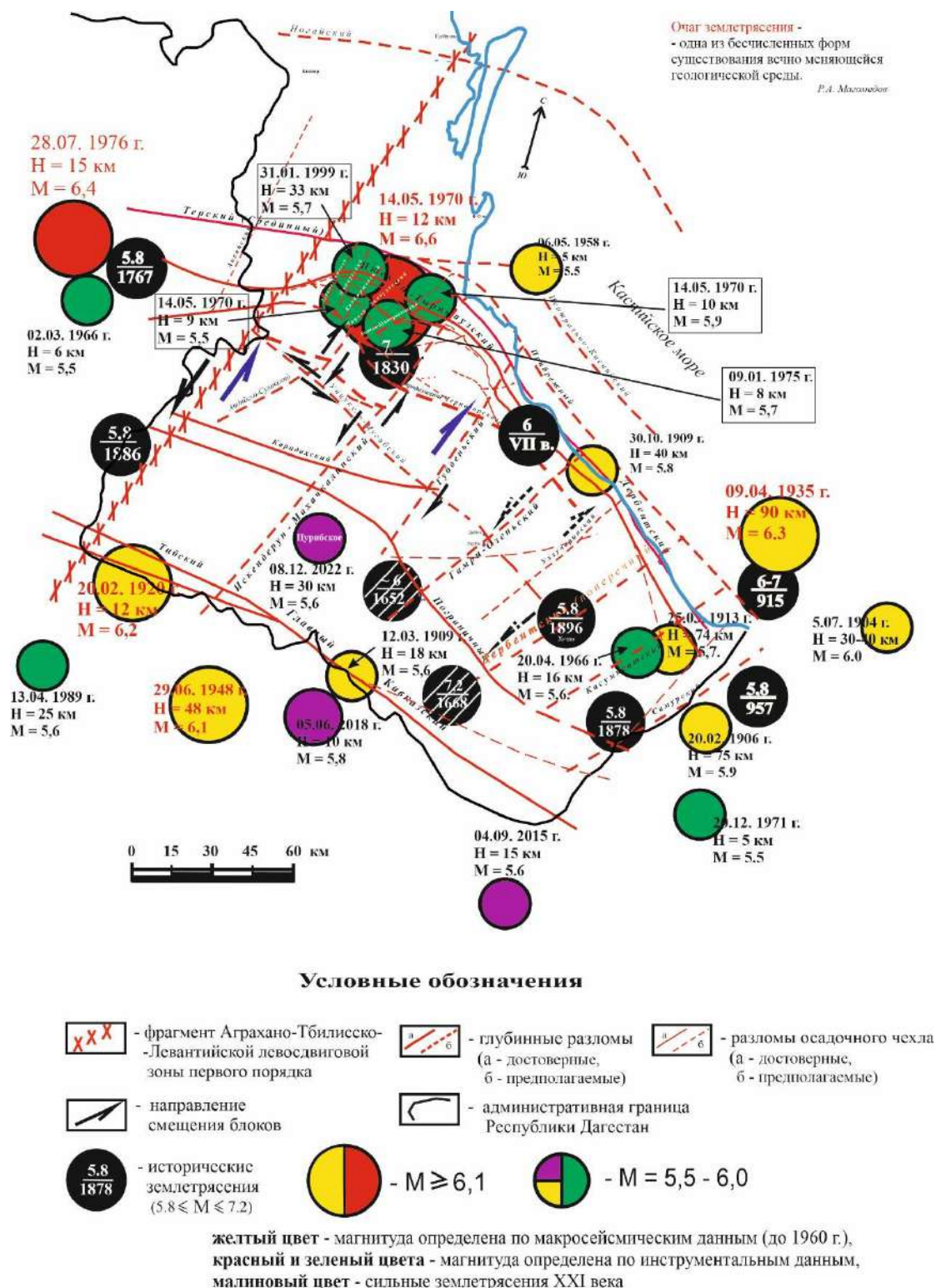
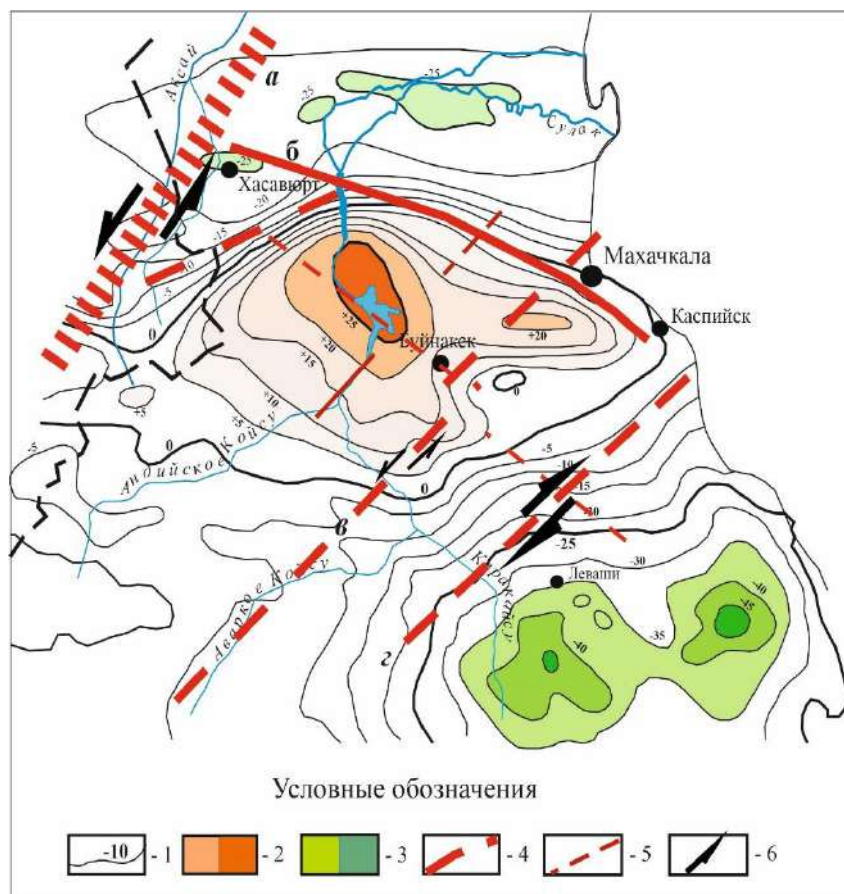


Рис. 6. Сильные землетрясения северо-восточного сектора Восточного Кавказа

Срединный (Терский, Махачкалинский) и Пшекыш-Тырныаузский разломы, выделенные Г.Д. Аджиреем и Е.Е. Милановским [1, 26, 27] являются крупнейшими разломами Восточного Кавказа. Терский глубинный разлом северо-западной ориентировки в чехле представлен пликативно-дизъюнктивной зоной с Гудермесской антиклиналью на западе и флексурой на востоке

(Нараттюбинская ступень). В гравитационном поле он выражен линейно-вытянутой структурой (рис. 7) и ступенью в 20-30 мГл, относимых к фундаменту. Разлом сейсмичен, трассируется многоярусными нефтегазовыми месторождениями, термальными и минеральными источниками, зачаточным грязевым вулканизмом (см. рис. 4).



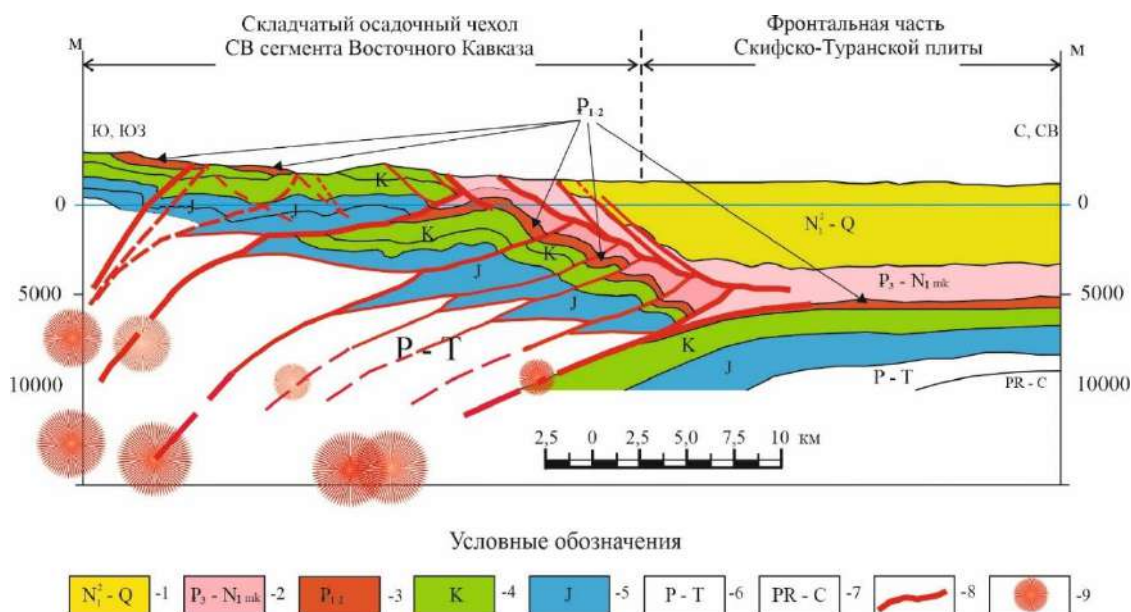
1 – изолинии остаточных аномалий силы тяжести, в миллигалах, 2 – положительные аномалии, 3 – отрицательные аномалии, 4 – глубинные разломы, 5 – разрывы в осадочном чехле, 6 – направление движения блоков земной коры. Тектонические элементы: а – фрагмент Аграхано-Тбилиско-Левантийской левосдвиговой зоны I порядка, б – срединный разлом, в – фрагмент Искендерун-Махачкалинской левосдвиговой зона II порядка, з – Губденский правый сдвиг II порядка.

Рис. 7. Карта остаточных аномалий силы тяжести (по Г.В. Литовко, А.Г. Шемпелеву, Л.А. Ломовой, с дополнениями Р.А. Магомедова)

Пшекыш-Тырныаузский разлом является одним из наиболее хорошо изученных разломов. Он прослеживается на 300 км и представляет собой зону узких пластин с преимущественным падением под складчатое сооружение. Ограничивающие их разрывы сближаются на глубине в единой вертикальный разлом. В пределах Дагестана Пшекыш-Тырныаузский разлом рассекает фронтальную часть Дагестанского выступа. Здесь, в районе Эки-Булака в нем преобладают раздвиговые движения с образованием миндалевидной структуры. Средняя его ветвь представлена Нараттюбинской зоной разрывов, переходящих на западе в Гилянский надвиг, а южная – в Кизил-Булакскую зону разрывов. Этот разлом является самым сейсмоактивным. С миндалевидной структурой связан очаг Дагестанского землетрясения 1970 г. ($M = 6.6$, $H = 13$ км, $J_0 = 9$ б).

Для региона северо-восточного сегмента Восточного Кавказа, в основном, характерна активизация сейсмогенерирующих разломов субкавказской ориентации при режиме деформирования «сжатие», обусловленная встречными движениями двух крупных тектонических плит – Евроазиатской (Скифско-Туранской) и Аравийской. При этом гипоцентры сильных

землетрясений (в том числе исторических) тяготеют к границам сейсмофокальных пластин, уходящим под кавказское складчатое сооружение [16, 19] (рис. 8).



1 – квартер-средний миоцен; 2 – олигоцен-нижний миоцен, майкоп; 3 – палеоцен-эоцен; 4 – мел; 5 – юра; 6 – пермо-триас; 7 – протерозой-карбон; 8 – разрывные нарушения; 9 – сейсмические события.

Рис. 8. Модель зоны коллизии складчатого сооружения Восточного Кавказа со Скифско-Туранской плитой по [22] с дополнениями.

С пространственным размещением основных сейсмогенерирующих разломов Восточного Кавказа связаны и особенности сейсмического режима региона, пространственное положение и миграция очагов сильных землетрясений.

Заключение. Подлитосферные движения в верхней мантии и астеносфере спровоцированные энергией триггерных механизмов (в том числе, тепловым режимом земных недр и ротационно-пульсационным режимом планеты), способствуют формированию горизонтального тектонического стресса в крупных блоках литосферы, которые в свою очередь провоцируют тектонические напряжения в блоках низшего порядка и всплеску сейсмической активности.

Для региона северо-восточного сегмента Восточного Кавказа, в основном, характерна активизация сейсмогенерирующих разломов субкавказской ориентации при режиме деформирования «сжатие», обусловленной встречными движениями двух крупных тектонических плит – Евразийской (Скифско-Туранской) и Аравийской. При этом гипоцентры сильных землетрясений (в том числе исторических) тяготеют к границам сейсмофокальных пластин, уходящим под кавказское складчатое сооружение. С пространственным размещением основных сейсмогенерирующих разломов Восточного Кавказа связаны и особенности сейсмичности региона, пространственное положение и миграция «очагов» сильных сейсмических событий. Все выявленные в регионе косвенные признаки активности разломов тяготеют к разломным зонам и их пересечениям, в основном, с зонами субкавказской ориентации.

На протекающие геотектонические процессы и сейсмическую активность откликаются соответствующим образом геолого-геофизические поля. Аномальные геолого-геофизические поля, возникающие (формирующиеся) в период подготовки и свершения сейсмических событий своим проявлением демонстрируют (обнаруживают) разноранговые разрывы и разломы на земной поверхности, а некоторые показатели, в частности, ГГД-поле, высокочастотная часть спектра колебаний сейсмических волн и т.д. – активизацию сейсмогенерирующих структур.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 122032200277-4.

Литература

1. Ажгирей Г.Д. О некоторых важных закономерностях тектонического строения и движения Земной коры // Изв. АН СССР. 1960. Серия геол., № 8. С. 3-19.
2. Баннов Ю.А., Брудный Л.Г., Мирзев К.М. Акустические излучения перед землетрясениями // Прогноз землетрясений. Душанбе: Дониш, 1982. № 1. С. 242-251.
3. Белоусов Т.П., Куртасов С.В., Мухамедиев Ш.А. Делимость земной коры и палеонапряжения в сейсмоактивных и нефтегазоносных регионах Земли. М.: ОИФЗ РАН. 1997. 324 с.
4. В государственном комитете СССР по делам изобретений и открытий // Вестник АН СССР.- 1984.- № 1.- С. 132-142.
5. Вартанян Г.С. Гидрогеодеформационное поле в исследовании механизмов геодинамики // Отечественная геология. 1995.- № 4.- С. 29-37.
6. Вартанян Г.С. и др. Воздействие геодинамических процессов на водоносные горизонты // Водные ресурсы.-1986.- № 5.- С. 70-74.
7. Вартанян Г.С., Куликов Г.В. Гидрогеодеформационное поле Земли // Доклады АН СССР.- 1982.- Т. 262, вып. 2.- С. 310-314.
8. Вартанян Г.С., Куликов Г.В. О глобальном гидрогеодеформационном поле Земли // Советская геология, 1983.- № 5.- С. 116-125.
9. Грацинский В.Г., Горбушина Л.В., Тыминский В.Г. О выделении радиоактивных газов из образцов горных пород под действием ультразвука // Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли. 1979. № 10. С. 32-44.
10. Гутерман В.Г. Сила тяжести и тектогенез. Природа, 1992, № 9.
11. Карта современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы. М 1 : 2500000. М.: ГУГК СССР, 1973.
12. Карта современных вертикальных движений земной коры по геодезическим данным на территории СССР. М 1 : 5000000. М.: ГУГК СССР, 1989.
13. Короновский Н.В. Аграхан-Тбилиско-Левантийская левосдвиговая зона - важнейшая структура Кавказского региона // Докл. РАН. 1994. Т. 337, № 1.- С. 83-89.
14. Магомедов Р.А. Геосейсмическая опасность северо-восточного сегмента Восточного Кавказа //Материалы всероссийской научной конференции с международным участием. г. Сочи, Россия 17-23 сентября 2023 г.: К 70-летию со дня основания кафедры гидрогеологии МГУ им. М.В. Ломоносова /под ред. Поздняков С.П., Казак Е.С. М.: МГУ, 2023. С. 473-479.
15. Магомедов Р.А. Аномальный характер режима подземных вод в высокочастотном поле сейсмических колебаний //Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования, промышленность: Сб. трудов Шестой международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности». 16-17.10. 2008 г, Санкт-Петербург, Россия. Изд-во Политехн. ун-та, 2008. 348 с.- С. 273-277.
16. Магомедов Р.А. Геолого-тектонические условия, геодинамическая позиция и современная сейсмичность Восточного Кавказа // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск № 2(69). 2017. С. 13-32.
17. Магомедов Р.А. Гидрогеодинамический режим области Дагестанского клина Восточного Кавказа в связи сейсмичностью / Р.А. Магомедов; РАН, Даг. науч. центр, Ин-т геологии. – Махачкала, 2003. – 204 с.
18. Магомедов Р.А. Дизъюнктивная тектоника и современная сейсмичность территории Восточного Кавказа // Отечественная геология, № 3.- 2014.- С. 69-77.
19. Магомедов Р.А. Особенности дизъюнктивно-пликативной тектоники Дагестанского сектора Восточного Кавказа //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск 66. Махачкала, 2016.- С. 211-216.
20. Магомедов Р.А. Оценка геосейсмической опасности северо-восточного сегмента Восточного Кавказа // Геология и геофизика Юга России. 2024. 14 (1): 49-64.
21. Магомедов Р.А. Сейсмоструктура и современная сейсмичность Восточного Кавказа //Труды ИГ ДНЦ РАН. Выпуск № 1 (88). АЛЕФ. Махачкала, 2022. С. 16-36.
22. Магомедов Р.А. Современная геодинамика и особенности дизъюнктивной тектоники области Дагестанского выступа Восточного Кавказа //Тектоника складчатых поясов Евразии: сходство, различие, характерные черты новейшего горообразования, региональные обобщения. Материалы XLVI Тектонического совещания. Том I. М: ГЕОС, 2014.- С. 240-244.

23. Магомедов Р.А. Способ предсказания силы и места землетрясения. Пат. № 2163385 (Россия). БИ, 2001. № 5.
24. Магомедов Р.А. Формирование аномального гидрогеодинамического поля в области «Дагестанский клин» // Вестник ДНЦ РАН. Вып. 7, Махачкала 2000.- С. 47-50.
25. Магомедов Р.А., Мусаев М.А. Региональная геотектоника и сейсмический режим территории Восточного Кавказа за период с 1960 по 2021 гг. // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Выпуск № 4 (87). 2021. С. 15-22.
26. Маркус М.А. Долгоживущие структуры Восточного Кавказа // Сов. геология. 1986. № 10. С.63-69.
27. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. - М.: Недра. 1968.- 482 с.
28. Мироненко В.А., Шестаков В.М. Основы гидрогеомеханики. - М.: Недра, 1974. -295 с.
29. Монин А.С., Сорохтин О.Г. Возможная природа тектонических циклов // Океанология, геофизика океана. Т. 2. Геодинамика. М.: Наука, 1979.
30. Одесский И.А. Ротационно-пульсационный режим Земли и геологические процессы // Материалы докладов VII-ой Международной конференции «Новые идеи в науках о Земле», Том 1, Москва, 2005.
31. Открытия, изобретения. Публикация об открытиях, зарегистрированных «Государственном реестре открытий СССР //Официальный бюллетень Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий.- М., 1983.- № 46.- 3 С.
32. Рыкунов Л.Н., Хаврошкин О.Б., Цыплаков В.В. Модуляция высокочастотных микросейсм //Докл. АН СССР. 1978, № 2.- С. 303-306.
33. Рыкунов Л.Н., Хаврошкин О.Б., Цыплаков В.В. Явление модуляции высокочастотных сейсмических шумов Земли //Диплом на открытие № 282 Госкомизобретений СССР. М.: 1983.- С.1.
34. Суетнов В.В. Карта тепловых потоков Дагестана. Махачкала. Даг. ФАН СССР. 1967 г.
35. Сейсмотектоническая карта Европы М 1:5 000 000 / Ред-ры: Белоусов В.В., Сорский А.А., Бунэ В.И. М.: ИФЗ АН СССР. 1966.
36. Тектоническая карта мира М 1: 15 000 000 / Отв. ред. Леонов Ю.Г., Хаин В.Е. М.: Изд-во Мингео СССР, 1984.
37. Уткин В.И., Юрков А.К., Цурко И.А. Вариации неравномерного вращения Земли как триггирующий фактор сейсмичности планеты //Геология и геофизика юга России, № 1, 2012.- С. 3-13.
38. Хаин В.Е. Общая геотектоника. М.: «Недра». 1973. 512 с.
39. Хаин В.Е., Халилов Э.Н. Пространственно-временные закономерности сейсмической и вулканической активности. Burgas, SWB, 2008, 304 стр.
40. Черский Н.В., Царев В.П. Механизм синтеза углеводородов из неорганических соединений в верхних горизонтах земной коры // Докл. АН СССР. 1984. Т. 279. № 3. С. 731-734
41. Черский Н.В., Царёв В.П. О новых моделях физико-химических преобразований горных пород в высокоомобильных областях Земли // Докл. АН СССР. - Т. 245, № 5. -1979. - С. 1200-1203.
42. Черский Н.В., Царев В.П. Причины приуроченности крупнейших зон нефтегазоаккумуляции к краевым участкам литосферных плит // Докл. АН СССР. 1978. Т. 242. №3. С.683-686.
43. Черский Н.В., Царев В.П., Кузнецов О.Л. Влияние ультразвуковых полей на проницаемость горных пород при фильтрации воды // Докл. АН СССР. 1977. Т. 232. № 1. С.201-204
44. Черский Н.В., Царев В.П., Николаев С.К. О возможности преобразования ископаемого органического вещества при воздействии сейсмических процессов // Докл. АН СССР. 1977. Т. 232. № 4. С. 931-934.
45. Шендеров В.И. Теория тектонических катастроф - мифы и реальность. (<http://www.lulu.com/content>).
46. Шерман С.И., Черемных А.В., Адамович А.Н. Разломно-блоковая делимость литосферы: закономерности структурной организации и тектонической активности // Геодинамика и эволюция Земли. Новосибирск: ОИГГиМ, 1996. С. 74-77.
47. Шерман С.И. Деструкция литосферы: разломно-блоковая делимость и ее тектонофизические закономерности // Геодинамика и тектонофизика. Том. 3, вып. 4. Иркутск, 2012.- С. 315-144.
48. Diakonov B.P., Karryev B.S., Khavroshkin O.B., Nikolaev A.V. etc all. Manifestation on earth deformation processes by high frequency seismic noise characteristics // Physics of the Earth and Planetary Interior. Amsterdam.- 1990.- Vol. 63.- P. 151-162.
49. Iriyama J. Energy balance in the Earst interior // Tectonophysics, 1977. V. 41. P. 243-249.

УДК: 556.3+551.1/.4(075.8)

DOI: 10.33580/2541-9684-2024-96-1-68-81

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ АРТЕЗИАНСКИХ СКВАЖИН ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ КИЗЛЯРСКОГО РАЙОНА

Курбанисмаилова А.С., Мамаев А.С., Гусейнова А.Ш., Ахмедов А.С.

Институт геологии ДФИЦ РАН, г. Махачкала

В работе рассмотрены вопросы по оценке состояния Терско-Кумского артезианского бассейна в Кизлярском районе. Работа выполнена путем обобщения и анализа материалов, полученных территориальными центрами государственного мониторинга состояния недр, Институтом геологии ДФИЦ РАН и других профильных организаций, связанных с изучением подземных артезианских бассейнов и экологической оценкой территории. Обобщены результаты различных работ по изучению геологического строения, стратиграфии и гидрогеологических условий артезианских бассейнов, по территории Северного Дагестана, в том числе Кизлярском районе.

Ключевые слова: подземные воды, водоносный горизонт, водоносный комплекс, артезианский бассейн, гидрогеологическая складчатая область, хозяйственно-питьевые цели, производственно-технические цели, минеральные подземные воды, прогнозные ресурсы, эксплуатационные запасы, потребность в воде, месторождение, участок месторождения, инженерно-геологическое районирование.

GEOINFORMATION DATABASES OF ARTESIAN WELLS AS APPLIED TO HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF KIZLYAR DISTRICT

Kurbanismailova A.S., Mamaev A.S., Guseynova A.Sh., Akhmedov A.S.

Institute of Geology DFRC RAS, Makhachkala

The paper considers issues related to the assessment of the state of the Tersko-Kumsky artesian basin in Kizlyar district. The work was carried out by generalizing and analyzing materials obtained by territorial centers of state monitoring of the state of the subsoil, the Institute of Geology DFRC RAS and other specialized organizations related to the study of underground artesian basins and environmental assessment of the territory. The results of various works on the study of the geological structure, stratigraphy and hydrogeological conditions of artesian basins, on the territory of Northern Dagestan, including the Kizlyar region, are summarized.

Key words: groundwater, aquifer, aquifer complex, artesian basin, hydrogeological folded area, domestic and drinking purposes, industrial and technical purposes, mineral groundwater, predicted resources, operational reserves, water demand, deposit, deposit site, engineering and geological zoning.

ВВЕДЕНИЕ

Объектом исследования являются подземные воды северо-восточной части Терско-Кумского артезианского бассейна (в пределах Дагестана). Приведены гидрогеологические условия Терско-Кумского артезианского бассейна в пределах Дагестана и условия его формирования. Подземные воды Восточно-Предкавказского артезианского бассейна играют решающую роль в хозяйственно-питьевом и техническом водоснабжении населения территории, используются для орошения сельскохозяйственных земель и обводнения пастбищ. Они эксплуатируются крупными централизованными водозаборами, небольшими группами и одиночными скважинами, колодцами и родниками, каптирующими водоносные горизонты современных аллювиальных, неоплейстоценовых (хвалынские, хазарских, бакинских), плейстоценовых (апшеронских), акчагыльских, сарматских и др. отложений рис.1. [6-9, 16, 19]. Значительные ресурсы пресных подземных вод связаны с Восточно-Предкавказским артезианским бассейном (ВПАБ) и в его составе с Терско-Кумским, Терско-Каспийским и Кусаро-Дивичинским артезианскими бассейнами.

По большинству водозаборов снизился напор подземных вод, депрессионные воронки, при общем сохранении их площадей, несколько изменили свои контуры, что обусловлено перераспределением эксплуатационной нагрузки внутри воронок.

Известно, к примеру, что вода потребителям в г. Кизляр подается по графику. Это связано с тем, что она добывается из скважин с глубины 150-600 метров, пробуренных в 60-90 годы XX века, дебет которых в последние годы значительно снизился. Сами скважины расположены в 7 км от города. Глубинными насосами вода поднимается в накопительный резервуар, откуда перекачивается в другие накопители, находящиеся в черте города. И уже с насосных станций через центральную систему водопровода поступает в дома, квартиры кизлярцев. Из вышесказанного следует, что нам необходимо воду вначале добыть, накопить, а затем ее уже подать потребителям.

На большинстве водозаборов с продолжительностью эксплуатации подземных вод более 65 лет произошла стабилизация уровней и наблюдается квазистационарный режим, что свидетельствует об обеспеченности добычи подземных вод источниками питания.

На территории СКФО загрязнение подземных вод выявлено на 337 участках, в том числе на 179 централизованных водозаборах хозяйственно-питьевого назначения. На Севере Дагестана базируется водоснабжение подземными водами и более 300 тыс. населения и многие сотни животноводческих ферм и хозяйств хищническим способом потребляют эту драгоценную воду. Наиболее загрязненными являются водозаборы в Кизлярском районе. В отдельных скважинах ПДК мышьякового загрязнения превышают в десятки раз. Преобладающими загрязняющими веществами в подземных водах в результате техногенного воздействия являются соединения азота от 1,1 до 8,5 ПДК и нефтепродукты от 3 до 11 ПДК [5].

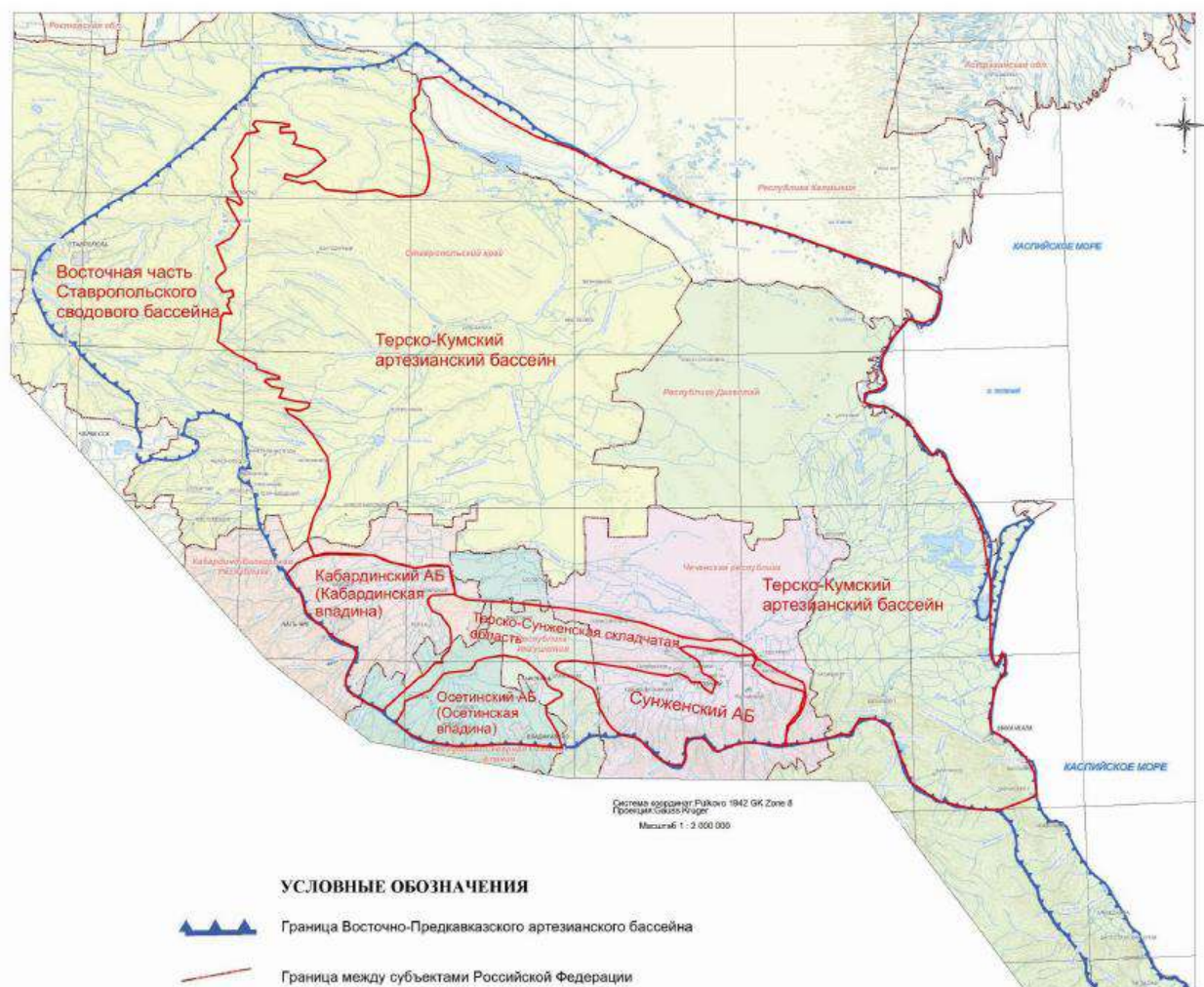


Рис. 1. Карта гидрогеологического районирования Восточно-Предкавказского артезианского бассейна.

Все контролируемые гидродинамические и газогидрохимические показатели находятся в рамках среднесуточных значений, и каких-либо негативных тенденций не отмечено. Изменения величины минерализации и концентрации углекислоты незначительны, в основном не имеют устойчивого характера и связаны с изменением или перераспределением водоотбора в пределах месторождений и смежных участков. Таким образом, главным, а для населения равнинной части ТКАБ и особенно северной части Дагестана, где эксплуатируются более 1600 артезианских скважин, единственным источником водоснабжения сельских районов и ряда городов являются артезианские подземные пресные воды [3,7,17,22].

Необходим государственный мониторинг состояния подземных недр на территории, где располагается водный бассейн, для рационального потребления бесценных запасов в народном хозяйстве, каждого района.

В данной работе в основном коснёмся артезианского бассейна, расположенного на территории Дагестана, или коротко говоря Северо-Дагестанского артезианского бассейна (СДАБ), и в этом регионе бассейн, расположенное в Кизлярском районе. Исключительно на них базируется водоснабжение более 300 тыс. населения и многих сотен животноводческих ферм и хозяйств на Севере Дагестана.

Можно подчеркнуть что, за последние 50-60 лет при бесконтрольном эксплуатации Терско-Кумского артезианского бассейна (ТКАБ), по мере непомерного роста количества подземных водозаборов, без соблюдения элементарных нормативов и придачу, где повсеместного идет игнорирования рекомендаций ученых, развиваются катастрофические геоэкологические процессы мышьяковистого и прочего загрязнения пресных подземных вод, затопление и засоление приартезианских земель, и даже оседание поверхности земли, что может провоцировать деформацию зданий, гидротехнических сооружений и техногенные землетрясения.

Имеются нецелевое использование подземных вод. Хищнически эксплуатируют артезианский бассейн более 100 лет. Имеются бесконтрольные самоизливы скважин на рис.2 (фото). Идет процесс заболачивание вокруг скважин и соответственно засоление почвенного покрова. Известный гидрогеолог, д.г.-м.н. Курбанов М.К., посвятил свою жизнь к бережному сохранению ТКАБ. Пришел к выводу, что при потребности в воде Ногайского района 34,1 тыс. м³/сут, отбирается в 1,55 раз больше, в Кизлярском в 1,3 раза, в Тарумовском в 2,64 раза, в Бабаюртовском районе в 3,3 раза больше необходимого. Водоотбор же в Тарумовском районе сопоставим со значениями прогнозных эксплуатационных ресурсов, что уже привело к формированию депрессионной воронки в северной части ТКАБ (снизились уровни и дебиты по эксплуатационным скважинам). Необеспеченность этой части территории режимной сетью не позволяет оценить ее размеры. В пределах таких районов как, Бабаюртовский, Кизлярский, Каякентский, Кайтагский, использование ресурсов подземных вод составляет более 50%.

По существу постепенно надвигается экологическая катастрофа, сущность которой на примере Дагестанской части ТКАБ заключается в следующем:

1. Не менее 50-60 % подземных вод артезианских скважин плоскостных районов Северного Дагестана содержат от 2 до 14 ПДК (предельно допустимая концентрация) мышьяка, который, накапливаясь в организме людей, отрицательно влияет на иммунную систему и наследственность.

2. Значительное количество артскважин содержит так же 2-5 ПДК тяжелых металлов, марганца, органических веществ и даже фенолов. В итоге около 60-70% питьевых вод артезианских скважин за последние десятилетия подверглись загрязнению канцерогенными веществами, увеличилась минерализация и они не отвечают нормативам ГОСТа 2874-82 "Вода питьевая".



Рис. 2. Фото - бесконтрольные самоизливающие артезианские скважины.

Кроме этого основными геоэкологическими нарушениями являются:

- отсутствие зоны санитарной охраны у примерно 80-90% артскважин;
- предельный гидродинамический режим фонтанной эксплуатации артезианских скважин без учета потребностей;
- примерно 70-80% добываемых из недр артезианских вод не используется вовсе и сбрасывается на приартезианские земли, что приводит не только к истощению запасов вод, но и к антисанитарии, затоплению и засолению ежегодно сотен гектаров плодородных земель;
- более 1500 артезианских скважин вместо положенных по амортизационным нормативам 25 лет эксплуатируются 30-50 и более лет, что привело к их полному износу и последующему выходу из строя.

Вследствие этого происходит массовая фильтрация соленых подземных вод, содержащих вредные элементы из ниже- и вышезалегающих пластов в продуктивные водоносные горизонты пресных вод, что приводит к загрязнению пресных артезианских вод, сотен одиночных и групповых водозаборов артезианского бассейна, в частности Южносухокумского, Кочубейского, Дербентского месторождений и т.д.

Преодоление катастрофических процессов истощения и загрязнения подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна может быть осуществлено только путем коренной реконструкции современной, стихийно сложившейся с конца XIX в. примитивной системы артезианского водоснабжения, ликвидации и капремонта нескольких тысяч артезианских скважин, вышедших из строя.

Климат и рельеф определили экономическое развитие этой территории. Обширная территория используется под отгонные пастбища, здесь для водопоя скота с 30-х годов прошлого столетия пробурено более 3800 самоизливающих скважин. В пределах Северо-Дагестанской низменности разрабатываются более 30 месторождений нефти и газа. Действует более 3000 одиночных и групповых водозаборов с водоотбором более 400 тыс.м³/сут. Водоснабжение городов Южно-Сухокумск, Кизляр, н.п. Кочубей, Тарумовка, Терекли-Мектеб, а также н.п. Ногайского, Тарумовского, Кизлярского, Бабаюртовского и других районов базируется только на подземных водах.

Здесь разведано 25 участков и месторождений ППВ, при этом насчитывается более 1300 «бесхозных скважин» на землях отгонного животноводства и при нерациональном использовании подземных вод отмечено, как истощение ресурсов, так и загрязнение подземных вод (ПВ).

Если коснёмся нашего Кизлярского района, то можно подчеркнуть что районным центром является г. Кизляр (город-герой гражданской войны). Водоснабжение г. Кизляра с населением более 50 тыс. чел. и близ расположенных населенных пунктов обеспечивается более чем 20 водозаборами, организованными на Кизлярском МППВ и состоящими из более чем 140 скважин, каптирующих нижнеэоплейстоценовый и эоплейстоценовый водоносные горизонты (комплексы). В результате эксплуатации водозаборов с 80-х годов прошлого столетия в пределах г. Кизляра наблюдалось снижение уровней продуктивных водоносных горизонтов (комплексов) и образование депрессионной воронки (Кизлярская).

Наиболее интенсивный рост депрессионной воронки происходил в основном эоплейстоценовом водоносном горизонте (комплексе). В последние годы размер воронки в пределах Кизлярского МППВ и г. Кизляра практически не меняется и составляет около 820 км² радиусом 16 км. Сейчас водозаборы Кизлярского МППВ включают 30 водозаборных скважин, из которых – 25 находятся периодически в эксплуатации. В 2021г. общий водоотбор по месторождению составил 6,04 тыс. м³ /сут, по Кизлярскому району - 15,6 тыс. м³ /сут. В большей степени эксплуатируется эоплейстоценовый водоносный горизонт (комплекс). При современном уровне водоотбора фактические понижения уровней подземных вод относительно 1998 г. в центре депрессии по неоплейстоценовому водоносному горизонту (комплексу) 31,53 м при допустимом 84,5 м, по эоплейстоценовому – 37,61 м при допустимом 97,8 м. Относительно прошлого года отмечается незначительное снижение уровней на 0,03-0,13 м. Режим фильтрации подземных вод на водозаборах сохраняется неустановившимся.

Изменения носят локальный характер и выражаются в небольших по площади депрессиях, приуроченных непосредственно к водозаборам. Размеры воронок в плане и понижение уровней в 2021 г. практически не изменились. Фактические понижения преимущественно не превышают допустимых значений. На территории республики в её северной и центральной частях развита обширная ирригационная система на площади 384,4 тыс. га для выращивания сельскохозяйственной продукции. Обильное орошение земель, в условиях весьма низкой естественной дренированности территории и близкого стояния минерализованных грунтовых вод (до 2-х метров) приводит к развитию техногенного подтопления, засолению почв и связанных с ними процессов заболачивания и просадки. На территории Республики Дагестан в подземных водах основных эксплуатационных горизонтов (комплексов) на отдельных участках отмечаются компоненты как природного, так и техногенного происхождения в концентрациях, превышающих ПДК. По состоянию на 01.01.2022 г. выделено таких участков и водозаборов - 52, из них 42 водозаборы, где отмечено несоответствие качества подземных вод, ограничивающих их использование для хозяйственно-питьевого водоснабжения. В 2021 г. при эколого-гидрогеологическом обследовании выявлен 1 новый водозабор в с. Южное Кизлярского района, где качество подземных вод, не отвечает требованиям нормативных документов. В 2021 г. повышенные содержания химических компонентов подтверждено на 6 водозаборах и 7 участках, в том числе 1 класса опасности (мышьяк) на 5 водозаборах и 5-ти участках.

Пресные подземные воды являются единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения населенных пунктов и прикутаных хозяйств Северо-Дагестанской низменности, занимающей юго-восточную часть трансрегиональной гидрогеологической структуры - Восточно-Предкавказского артезианского бассейна.

Подземные воды используются крайне расточительно.

Согласно официальной статотчетности, при относительно низком уровне освоения водных подземных ресурсов, составляющем всего 150-170 тыс. м³/сут, со скважин фактически изливается в 3 раза больше. Тысячи артезианских скважин работают на предельном режиме

нерегулируемого самоизлива, выводя на поверхность объем воды, многократно превышающий потребности населения и других вод потребителей.

Так при потребности в воде Ногайского района 34,1 тыс./сут, отбирается в 1,55 раз больше, в Кизлярском в 1,3 раза, в Тарумовском в 2,64 раза, в Бабаюртовском районе в 3,3 раза больше необходимого. Водоотбор же в Тарумовском районе сопоставим со значениями прогнозных эксплуатационных ресурсов, что уже привело к формированию депрессионной воронки в северной части ТКАБ (снизились уровни и дебиты по эксплуатационным скважинам). Необеспеченность этой части территории режимной сетью не позволяет оценить ее размеры. В пределах таких районов как, Бабаюртовский, Кизлярский, Каякентский, Кайтагский, использование ресурсов подземных вод составляет более 50%.

В ряде населенных пунктов республики население использует для питья высокоминерализованные артезианские воды с высоким уровнем жесткости и значительными концентрациями хлоридов, сульфатов, железа и азотных соединений. В других уже сегодня отмечается дефицит питьевой воды.

В основных подземных источниках водоснабжения Терско-Кумского артезианского бассейна, в том числе в водопроводной воде ряда городов и районов республики (Кизлярский, Тарумовский, Бабаюртовский, Ногайский районы, г.г. Южно-Сухокумск, Кизляр) отмечается повышенное содержание мышьяка, превышающее гигиенические нормативы в несколько раз, из-за чего отмечаются высокие уровни неинфекционной заболеваемости среди населения, проживающего в указанных районах. Массовый характер приобрели случаи бактериологического загрязнения подземных вод, потребляемых населением.

В условиях ухудшающихся гидрогеологических и гидрохимических условий в пределах Терско-Кумского артезианского бассейна, наибольшее негативное влияние на геологическую среду оказывают так называемые «бесхозные» скважины, количество которых сегодня составляет более 1500. Бесхозные скважины расположены в основном на бывших грузинских землях, в пределах Ногайского и Тарумовского районов РД, на землях отгонного животноводства Бабаюртовского, Кизлярского и других районов.

Все скважины самоизливающиеся. Объем сбрасываемой без использования подземной воды из них оценивается в 250-300 тыс. м³/сут. По одному лишь Бабаюртовскому району (отгонники) он составляет более 50 тыс.м³/сут. Изливаемая скважинами вода затапливает прискваженные пространства, обуславливает помимо подтопления территории, засоление почв и грунтов. К примеру, скважина с дебитом 5-10 л/с, с минерализацией 1 г/дм³ за год выносит, а при испарении отлагает, на данной территории 1,5-3 тонны солей.

Не менее значимым негативным последствием расточительной эксплуатации этих артезианских скважин является *истощение ресурсов подземных вод*, проявляющееся в сработке энергетического потенциала (напоров) водоносных горизонтов, неблагоприятных изменений их качества.

В условиях складывающейся неблагоприятной обстановки, связанной с подземной гидросферой, требуется принятие безотлагательных мер по разработке мероприятий по рациональному использованию и охране подземных вод.

Развитие и эксплуатация системы мониторинга состояния недр позволит в дальнейшем обеспечить рациональное и безопасное использование недр Республики Дагестан, занимающей самую южную часть территории Российской Федерации.

Геологическое строение артезианского бассейна

Изучаемая территория ТКАБ занимает значительную часть Восточно-Предкавказского артезианского бассейна, а её геологическое и тектоническое строение неразрывно связано с геологической историей его развития. Геологическое описание данного раздела проводится по материалам региональной оценки Терско-Кумского артезианского бассейна [2], обобщившей имеющийся на период проведения этих работ материал, а также с использованием результатов геологических и гидро-геологических съёмок М 1: 200 000 листов К-38-II, К-38-III и

результатов ГГДП 200 в пределах изучаемой территории [10]. Геологическое строение исследуемой территории определяется приуроченностью её к зоне сочленения Предкавказской альпийской платформы с альпийской складчатой системой Большого Кавказа.

В стратиграфическом отношении геологический разрез месторождения подземных вод расположенных Кизлярском районе представлен породами древнекаспийского и апшеронского возрастов рис.3, 4. Описание и характеристика этих отложений приводится по результатам бурения наблюдательных и разведочных скважин с использованием материалов Института геологии и других исследований.

Исходя из глубин залегания исследованных водоносных горизонтов ниже отдельно приводится описания геологического строения, касающихся только для бассейна расположенного в Кизлярском районе.

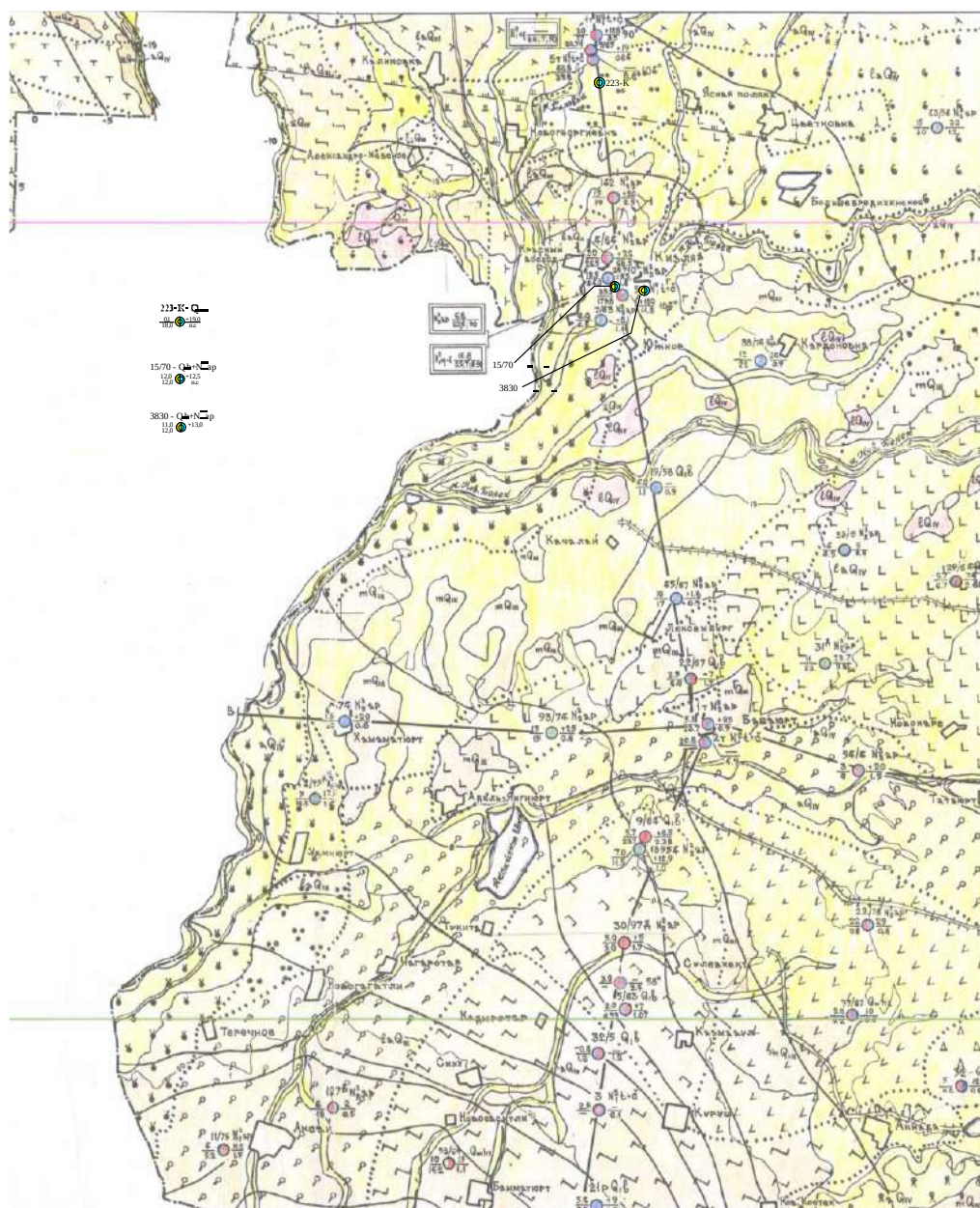


Рис.3. Гидрогеологическая карта (для участка Северо-Дагестанский (Кизляр) [4-5].



Рис. 4. Гидрогеологический разрез артезианского бассейна Кизлярского района [5].

Гидрогеологические условия месторождения

В региональном плане Кизлярское месторождение подземных вод входит в состав Терско-Кумского артезианского бассейна и расположено в южной его части.

Водосодержащие породы, представленные мелко- и тонкозернистыми песками хазарского и бакинского ярусов, хорошо промыты и отличаются высокой водообильностью.

Водоносные горизонты выделены по данным геофизических исследований в скважинах: электрокаротажа и гамма каротажа.

Отложения хвалынского яруса на площади месторождения представлены, в основном, глинами. Отдельными разведочными скважинами №№ 36р, 37р, 43р, 101р, 102р и 119р в верхней части разреза хвалынских отложений пройдены разнотернистые пески имеющие на участке месторождения локальное распространение. Водоносные горизонты, приуроченные к этим отложениям слабодобродильны и практического значения не имеют.

В подошве древнекаспийских отложений залегают отложения апшеронского яруса. В пределах г. Кизляра две скважины №№ 21/72 и 6 Т глубинами до 1420 м вскрывают высоконапорные воды с температурой $37 - 46\text{ }^{\circ}\text{C}$ и пьезометрическим уровнем $+50 - +80$ м. Из разнотернистых песков и песчаников с глубины 520 – 838 м получены воды с дебитом до 3,5 тыс. м³/сут., а с глубины 1003 – 1049 м получены воды с дебитом 5760 м³/сут. Из обоих интервалов получены слабо солоноватые воды с величиной сухого остатка 0,8 – 2,2 г/л.

Учитывая глубокое залегание водоносных горизонтов, повышенную минерализацию и температуру подземные воды апшеронских отложений не пригодны для водоснабжения г. Кизляра.

В древнекаспийских отложениях нами выделяются три водоносных горизонта: первый приурочен к отложениям хазарского яруса, второй и третий – к отложениям бакинского яруса.

Первый водоносный горизонт представлен мелко- и тонкотернистыми песками с прослойками глинистых песков.

Мощность водоносного горизонта в разрезе незначительно изменяется и составляет 140 – 155 м.

В кровле первого водоносного горизонта по всей площади залегают плотные глины мощностью 26 – 81 м. на участке детальной разведки мощность глин составляет 76 – 83 м.

Глубина залегания кровли водоносного горизонта от поверхности земли колеблется в пределах 75 – 100 м (рис.6).

В подошве горизонта залегают плотные глины, разделяющие первый водоносный горизонт от второго. Глубина залегания глинистого пласта изменяется от 215 до 233 м. Мощность нижнего глинистого водоупора составляет 24 – 31 м.

Пьезометрические уровни изменяются, в пределах разведанного створа от $-1,0$ до $-1,48$ в кровле водоносного горизонта (по бесфильтровым скважинам №№ 111 р, 112 а) и от $+1,0$ до $+2,2$ в средней и нижней частях пласта (по фильтровым скважинам). Пьезометрические уровни, в зависимости от гипсометрических отметок, устанавливаются соответственно от $-9,78$ до $-10,4$ м и от $-6,3$ до $-9,5$ м.

На участке детальной разведки из разведочных скважин получены дебиты 13,7 – 40 л/сек при понижениях 16,7 – 30,4 м. Удельный дебит – 0,45 – 2,4 л/сек/м.

Гидрогеологические параметры первого водоносного горизонта получены по данным опытных откачек. Значения водопроводимости и пьезопроводимости соответственно равны $k_m = 196\text{ м}^2/\text{сутки}$, $a = 4 \times 10^5\text{ м}^2/\text{сутки}$.

Пресные воды первого водоносного горизонта (минерализация до 1 г/л) имеют повсеместное распространение, за исключением северной части участка детальной разведки, где бесфильтровой скважиной № 112а из верхней части (интервал 80 – 100 м) горизонта получены солоноватые воды с минерализацией 3,0 г/л. однако, бесфильтровой скважиной № 112 б, пробуренной в 600 м к югу от скважины № 112а, получены воды с минерализацией 1,04 г/л. К северу от скважины № 112 а фильтровой скважиной № 117р получены также пресные воды с сухим остатком 0,55 г/л. Таким образом, солоноватые воды имеют локальное распространение в северной части участка детальной разведки.

Величина сухого остатка на площади месторождения составляет 0,5 – 1,0 г/л. По химическому составу пресные воды гидрокарбонатные натриевые, а солоноватые – хлоридно-

сульфатные натриевые. Содержание вредных микрокомпонентов не превышает норм для питьевых вод (см. том II, стр. 181), кроме скв. 112а.

Второй водоносный горизонт вскрыт и опробован в предварительную стадию скважинами №№ 41р и 42р и в детальную стадию скважинами №№ 100р, 101р, 102р, 104р, 111р, 112р и 113р.

Водоносный горизонт, приуроченный к отложениям верхнебакинского подъяруса, представлен мелко- и тонкозернистыми песками с прослоями песчанистых глин и глинистых песков, мощность которых колеблется от долей метра (0,3 м) до 5 м. Глубина залегания водоносного горизонта 242 – 260 м. Суммарная мощность водоносных песков достигает 73 м.

В подошве водоносного горизонта залегает слой плотных глин мощностью 60 – 67 м.

Подземные воды горизонта имеют большие напоры пьезометрический уровень устанавливается от +1,5 до +6,6 м относительно поверхности земли. Высота напора над кровлей водоносного горизонта 247,5-254 м. Пьезометрические уровни, в зависимости от гипсометрических отметок поверхности земли, устанавливаются на различных абсолютных отметках от -3 м (скв. № 101р) до -7,5 м (скв. 112р).

Описываемый водоносный горизонт характеризуется различной водообильностью. Так, из скважины №102р, расположенной в юго-западной части отписываемой территории, получен дебит 13,8 л/сек при понижении на 19,8 м, удельный дебит 0,7 л/сек/м. Несколько лучшие результаты получены по скважине 113р, в которой дебит составил 36 л/сек при понижении 27,3 м, удельный дебит 1,32 л/сек/м.

Гидрогеологические параметры второго водоносного горизонта получены по данным опытных откачек из разведочных скважин. Средняя величина водопроницаемости (по Дюпюи) составляет 225 м²/сут.

Коэффициент пьезопроводимости на участке детальной разведки равен $2,5 \times 10^5$ м²/сутки.

Во втором водоносном горизонте содержатся подземные воды, обладающие удовлетворительными питьевыми качествами и отвечающие требованиям ГОСТа 2874-73.

По степени минерализации воды пресные с величиной сухого остатка до 0,8 г/л. По составу воды гидрокарбонатные натриевые первого типа. Содержание вредных микрокомпонентов не превышает норм для питьевых вод. Бактериологическое состояние удовлетворительное – кол-титр 300. Температура подземных вод 22 °С.

Второй водоносный горизонт эксплуатируется тремя скважинами действующего городского водозабора (№№ 3/69, 19/70 и 90/75).

Третий водоносный горизонт

Третий водоносный горизонт вскрыт скважинами сторонних организаций, а также наблюдательными и разведочными скважинами Дагестанской комплексной геологической экспедиции. Представлен мелко-тонкозернистыми песками с прослойками глинистых песков и песчанистых глин.

Глубина залегания водовмещающих пород третьего водоносного горизонта 394 – 407 м. Водоносный горизонт регионально выдержан по мощности, которая достигает 76 м.

Повсюду на территории месторождения в подошве водоносного горизонта залегают плотные глины нижнебакинского подъяруса.

Глубина залегания глин колеблется от 470 м (скв. № 36р) до 505 м (скв. № 37р). Мощность водоупорных глин 15 – 25 м.

Водоносный горизонт отличается высокими напорами. Величина пьезометрического уровня достигает 16,3 м выше поверхности земли. Высота напора над кровлей водоносного горизонта достигает 420-425 м.

Пьезометрические уровни в зависимости от гипсометрических отметок поверхности земли устанавливаются на различных отметках от +1,65 до +13,2м.

Характерно, что пьезометрические уровни всех трех водоносных горизонтов (хазарского, верхнебакинского и нижнебакинского) сильно разнятся друг от друга. Так, в ярусной группе

скважин №№ 114р (гл.240м), 113р (гл.360 и 39р (509м), расположенных практически в одной точке, пьезометрические уровни составили соответственно +0,9м, +4,0м и +17,8м. В другой ярусной группе скважин № 112а (гл.100м), 112р (гл.256м), 111р (гл.360м) и 110р (гл. 503м) уровни установились соответственно 1,48м, +1,5м, +4,5м, +16,3м. Таким образом, различные пьезометрические уровни подтверждают вывод об отсутствии гидравлической взаимосвязи между водоносными горизонтами.

На участке детальной разведки третий водоносный горизонт опробован двумя скважинами №№ 36р и 39р, пробуренными в стадию предварительной разведки, и двумя скважинами №№ 107 р и 110 р, пробуренными в детальную стадию разведки. По первым двум скважинам получены дебиты на свободном изливе 9,1 и 17,2 л/сек при понижениях соответственно равных 14,2 и 23,4 м, удельные дебиты 0,64 и 0,74 л/сек/м. По двум другим скважинам получены дебиты 28,0 и 36,4 л/сек. при понижениях соответственно равным 24,2 и 38,5 м, удельные дебиты 1,57 и 0,95 л/сек/м. На территории действующего водозабора дебиты колеблются от 2,4 л/сек (скв.№ 7946 а) до 17,3 л/сек (скв. № 7946) при понижениях 4,7 и 7,9 м, удельные дебиты 0,51 и 2,19л/сек/м.

В северо-восточной части месторождения из скважины № 61/70 получен дебит 25 л/сек при понижении на 25 м, удельный дебит 1,0 л/сек/м. Температура воды составляет 26 °С.

Гидрогеологические параметры третьего водоносного горизонта получены по данным опытных откачек и опыту эксплуатации действующего городского водозабора. Принятые для расчетов значения водопроводимости и пьезопроводности соответственно равны $km = 480 \text{ м}^2/\text{сутки}$, $a = 1,2 \times 10^5 \text{ м}^2/\text{сутки}$.

Третий водоносный горизонт содержит пресные воды с минерализацией до 0,8 г/л. По составу воды гидрокарбонатные натриевые первого типа. Содержание токсических микрокомпонентов не превышает норм для питьевых вод.

В бактериологическом отношении вода здоровая (коли-титр > 330).

Качественная характеристика подземных вод

Качественная характеристика подземных вод месторождения приводится по результатам химических и бактериологических анализов проб, отобранных при проведении пробных, опытных и кустовых откачек, при наблюдениях за режимом. Всего при проведении разведочных работ выполнено: полных химических анализов – 227, сокращенных химических анализов – 61, определение микрокомпонентов – 36, урана в воде – 42, фенолов – 22, радия – 14 и стронция – 90 – 3.

При проведении предварительной и детальной стадии разведок, основное внимание уделялось изучению качества вод хвалынского (I), верхнебакинского (II) и нижнебакинского (III) водоносных горизонтов, являющихся главным объектом исследований.

Качественная характеристика подземных вод района дается по материалам ранее пробуренных эксплуатационных скважин сторонними организациями.

Материалами для составления электронных баз данных параметров артезианских скважин послужили фондовые и фактологические материалы, находящиеся в архивах Института геологии ДФИЦ РАН, исследовательские работы лаборатории гидрогеологии и ГИС-Центра ИГ ДФИЦ РАН. Для построения геологических разрезов и математического моделирования будет использована современная ГИС-технология, которая позволяет оперативно получать необходимую информацию, для целей обоснования проектных работ в развитии территории бассейна. Рассматриваемая база данных получается частью более общей базы гидрогеологической информации Терско-Кумского артезианского бассейна. Результатом этих работ должно стать создание интегрированной ГИС для информационного обеспечения при обосновании проектов строительства конкретных скважин и планирования устойчивого развития территории бассейна.

Ведь на ТКАБ имеется огромный материал о параметрах артезианских скважин, и для решения насущных практических задач создана электронная база данных параметров артезианских скважин ТКАБ. Приводится актуальное состояние базы данных, ее структура и примеры использования для инженерно-геологических работ. Построенные специальные карты обладают достаточной степенью детальности для принятия проектных решений на стадии ТЭО. Используя методы компьютерного моделирования, проводятся работы по созданию гидрогеолого-математической модели формирования и управления ресурсами и качеством пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна.

В период 2002 - 2024 годы были выполнены работы по созданию базы данных гидрогеологической информации, в которую было включено более 1600 скважин [1, 4, 11-14, 20,21]. На этом материале могут быть построены специальные инженерно-геологические карты для разработки плана развития бассейна.

ВЫВОДЫ

Значение использования ПВ в народном хозяйстве района огромно. Практически все отрасли промышленности, сельское хозяйство, транспорт, медицина и просто население Кизлярского района на потребляют подземные пресные воды. При этом потребление их из года в год возрастает. Вместе с тем наблюдающихся в настоящее время негативных процессов истощения и загрязнения подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна может быть осуществлено только путем коренной реконструкции современной стихийно сложившейся с конца XIX в. примитивной системы артезианского водоснабжения.

На основе полученной базы данных построены геологические разрезы и объемное представление бассейна по имеющим геологическим данным скважин. Основой создания локальной базы о параметрах артезианских скважин для Кизлярского района, послужило фондовые и научно-исследовательские материалы и паспорта артезианских скважин, имеющихся в лаборатории гидрогеологии и геоэкологии Института геологии ДФИЦ РАН.

1. Исследованы причины загрязнения и перспективы использования подземных вод для обеспечения хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Кизлярского района.

2. С целью систематизации и хранения информации о подземных водах и для установления в дальнейшем закономерностей изменения их геохимических особенностей, разрабатывается база данных гидрогеологических параметров подземных вод всего Восточного Предкавказья.

3. Необходима экологическая паспортизация каждого водоисточника, составление банка гидрогеологических параметров артскважин и постоянно действующей гидрогеолого-математической модели управления не только ресурсами, но и качеством пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна, в том числе и Кизлярского района, входящий в ТКАБ.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 122032200276-7.

Литература

1. Ахмедов С.А., Ахмедов А.С., Мамаев А.С. Возможности использования геотермальных ресурсов в развитии народного хозяйства Республики Дагестан // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2023. № 2 (93). С. 28-31.
2. Гохберг Л.К., Ефремов Д.И. и др. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна. СК филиал ФГУ ТФИ по ЮФО, 1976.
3. Джамалов Р.Г., Зекцер И.С., Месхетели А.В. Подземный сток в моря и Мировой океан. М.: Наука, 1977. 94 с.
4. Кондаков В.М., Мамаев С.А., Газалиев И.М., Мамаев А.С. К математическому моделированию пресных подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна (ТКАБ) в пределах Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2022. № 2 (89). С. 46-51.

5. Курбанов М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья. – М.: Наука, 2001. 260 с., Ил. 51, табл. 57.
6. Курбанов М.К. Гидрогеоэкологическая программа «Родник. – Ресурсы подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна и пути их рационального использования, предотвращения процессов загрязнения и истощения» на 2003-2008 гг. // Геоэкологические проблемы освоения и охраны ресурсов подземных вод Восточного Кавказа. – Мат-лы научно-практ. конф-и ИГ ДНЦ РАН. Вып 49. – Махачкала, 2003. -250 с.
7. Курбанов М.К. К формированию подземного стока артезианских вод апшеронских и четвертичных отложений Северодагестанской равнины.//Тр. Ин-та геологии Даг.ФАН СССР. 1964.Вып.5.С. 31-37.
8. Курбанов М.К. Региональная Восточно-Предкавказская гидрогеоэкологическая программа «Родник. – Ресурсы подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна и пути их рационального использования, предотвращения процессов загрязнения и истощения» на 2004-2008 годы // Геоэкологические проблемы освоения и охраны ресурсов подземных вод Восточного Кавказа. Тр. ИГ ДНЦ РАН, вып. 49. – Махачкала, 2003. С. 196-250.
9. Курбанов М.К. Северо-Дагестанский артезианский бассейн. – Махачкала: Дагкнигиздат, 1969. - 92 с.
10. Ламанова Т.М. Дмитриева Е.И. Отчет о гидрогеологической съемке масштаба 1:200 000 лист К-38-II. СК филиал ФГУ ТФИ по ЮФО, 1966.
11. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г. Разработка трехмерных компьютерных моделей геологических объектов// Ресурсы подземных вод Юга России и меры по их рациональному использованию, охране и воспроизводству. Труды Института геологии ДНЦ РАН. Выпуск № 55. Институт геологии ДНЦ РАН. Махачкала, 2009. С.73-75.
12. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Мамаев А.С. Компьютерное моделирование в геологии Геология и полезные ископаемые Кавказа. Труды Института геологии ДНЦ РАН. Выпуск № 57. Институт геологии ДНЦ РАН. Махачкала, 2011. С. 292-294.
13. Мамаев С.А., Кондаков В.М., Газалиев И.М., Курбанова Л.М., Гусейнова А.Ш., Мамаев А.С., Ахмедов А.С. Базы данных скважин Терско-Кумского артезианского бассейна для 3-d моделирования на современных геоинформационных системах // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2022. № 3 (90). С. 19-27.
14. Методические указания по созданию постоянно-действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений. ч.1. Геологические модели. М.:2003г. Соавторы: Авербух А.Г., Денисов С.Б., Билибин С. И., Лисовский Н.Н. и др.164 с.
15. Нищерет Ф.И. Отчет по гидрогеологическим исследованиям Армавирского листа с составлением кондиционной гидрогеологической карты масштаба 1:200 000 за 1967-1968 гг. Фонды ОАО «Кавказгидрогеология», 1968.
16. Оценка обеспеченности населения Российской Федерации ресурсами подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения (методические рекомендации по проведению второго этапа работ) // Гидрогеологическая научно-производственная и проектная фирма “ГИДЕК”. – М., 1995. – 72 с.
17. Подземные воды СССР. М., 1978.
18. Регламент по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений (РД 153-39.0-047-00). М., 2000г. с.129. Соавторы: Билибин С. И., Баишев Б.Т., Денисов С.Б., Лисовский Н.Н. и др.
19. Туманов А.С., Ершов Г.Е., Зубанова Т.Н. Отчёт «Разработка и создание постоянно-действующей модели Восточно-Предкавказского артезианского бассейна с целью оценки ресурсного потенциала питьевых и технических подземных вод и управления ресурсной базой таких вод» // АО «Кавказгидрогеология». 2016. Книга 1. Текст отчёта – 289 с., рисунков - 32, таблиц - 18.
20. Черкашин В.И., Мамаев С.А., Газалиев И.М., Гусейнова А.Ш., Мамаев А.С., Курбанова Л.М., Самедов Ш.Г., Курбанисмаилова А.С. Многолетняя эксплуатации Северо-Дагестанского артезианского бассейна- проблемы и пути их решения // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2023. № 2 (93). С. 61-75.
21. Черкашин В.И., Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Гусейнова А.Ш., Мамаев А.С. Терско-Кумский артезианский бассейн: проблемы и пути их решения // В сборнике: Современные проблемы геологии,

- геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Москва, 2023. С. 208-217.
22. Шагоянц С.А. Подземные воды центральной и восточной частей Северного Кавказа. Госгеолтехиздат, 1959. 152 с.
23. Залибеков З.Г., Мамаев С.А., Биарсланов А.Б., Магомедов Р.А., Асгерова Д.Б., Галимова У.М. Об использовании пресных подземных вод засушливых регионов мира в борьбе с опустыниванием земель // Аридные экосистемы. 2019. Т. 25. № 2 (79). С. 3-12

УДК 004.9; 504.43

DOI: 10.33580/2541-9684-2024-96-1-82-85

К БАЗЕ ДАННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ДАГЕСТАНА

Курбанова Л.М.

Институт геологии ДФИЦ РАН, Махачкала

В статье дано представление о ГИС-системах. Описывается процесс создания базы данных геоинформационной системы подземных вод Дагестана. На примерах продемонстрирована работа с созданной базой.

Ключевые слова: геоинформационные системы, база данных, гидрогеологические параметры, гидрогеологические скважины.

TO THE DATABASE OF THE GEOINFORMATION SYSTEM OF GROUNDWATER OF DAGESTAN

Kurbanova L.M.

Institute of Geology DFRC RAS, Makhachkala

The article gives an idea of GIS systems. The process of creating a database of the geoinformation system of groundwater of Dagestan is described. The work with the created database is demonstrated by examples.

Keywords: geoinformation systems, database, hydrogeological parameters, hydrogeological wells.

Геоинформационная система (ГИС) обеспечивает сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных. Она содержит данные об объекте в форме их цифровых представлений: карт, таблиц, графиков, диаграмм [3,4]. Создание, развитие и эксплуатация геоинформационных технологий позволяет количественно прогнозировать гидрогеологические процессы, связанные с изменением режима подземных вод, их состава и качества.

Основой геоинформационной системы является база данных. В рамках выполнения темы: «Моделирование гидрогеологических условий Терско-Кумского артезианского бассейна в пределах Дагестана» в лаборатории гидрогеологии и геоэкологии Института геологии ДНЦ РАН создана база артезианских скважин Терско-Кумского артезианского бассейна, разработанная на основе паспортов артезианских скважин, имеющихся в лаборатории.

На сегодняшний день база данных содержит информацию о 2088 артезианских скважинах. База данных разработана в программе Microsoft Access, целью которой является решать задачи по сбору, хранению, систематизации, быстрому поиску и визуализации всех гидрогеологических, геохимических и других параметров скважин. База данных состоит из 23 таблиц, 6 форм, 3 отчетов и 9 макросов. Все объекты служат для выполнения определенных функций: таблицы – для хранения и систематизации информации с помощью полей и записей; запросы – для отбора информации из таблиц по определенному критерию; формы – для удобства просмотра и редактирования данных; модули – для автоматизации различных действий и программирования базы данных; отчеты – для вывода информации на печать.

Структура базы данных разработана на основе паспортов артезианских скважин, имеющихся в лаборатории гидрогеологии и геоэкологии Института геологии ДФИЦ РАН, и состоит из 3 основных таблиц, которые в свою очередь включают более мелкие таблицы [1,2].

Таблица **Сведения** включает общие сведения о скважине: номер по каталогу «Подземные воды СССР»; первичный номер скважины, присвоенный бурившей организацией; дата бурения; глубина скважины; абсолютная отметка; привязка на местности к населенным пунктам; географические координаты; назначение и состояние скважины; организация, бурившая скважину; источники сведений; авторы этих источников.

Таблица **Геология** включает геологическую характеристику водоносных горизонтов с указанием возраста, состава, мощностей, уровня залегания, а также гидрогеологические

параметры скважины – дебит, понижение, установленный уровень воды, опробование скважины (табл. 1).

Таблица **Качество воды** содержит информацию о химическом составе воды, бактериологических показателях и включает: порядковый номер, номер пробы, номер водоносного горизонта, дата отбора, глубина отбора, температура, pH, жесткость, сухой остаток, минерализация, катионы, анионы, микроэлементы, газовый состав, бактериологические показатели (коли-титр, число колоний), физические свойства (вкус, запах, цвет, мутность), источник сведений.

Таблицы могут быть изменены, дополнены или скорректированы под определенную задачу. Количество таблиц также может меняться. Таблицы могут быть разбиты в несколько таблиц или объединены в одну, под выполнение определенных задач. Каждая таблица имеет определенную структуру и внешний вид (рис. 1, табл. 1).

Microsoft Access

ФайлПравкаВидВставкаФорматЗаписиСервисОкноСправка

Введите вопрос

db1 : база данных (формат Access 2002 - 2003)

Svedeniya : таблица

	№ п/п	№ по каталогу	Первичный	д/д	Область	Район	населенный пункт	географическая привязка	СШ г	СШ м	СШ с	ВД г	ВД м	ВД с	Форма рельефа	Наименование документа	Абсолют	Гл
+	896	67	12-K		Р.Д.	Ногайский	колхоз Дадланети	14,5 км к С от центр. усадьбы, на	44	48	25	46	19	10	аккумуляти	ПВ СССР, УК	-5	
+	896	68			Р.Д.	Ногайский	колхоз Дадланети	центр усад. 14,5 км к св							аккумуляти		-20	
+	897	302	1/69		Р.Д.	Ногайский	колхоз Дзержинск	зимник 1 км к с, в 20км к сз от п.К	44	29	0	46	24	30	аккумуляти	ПВ СССР, перфокарты,	-18	
+	898	303	24/58		Р.Д.	Ногайский	колхоз Димитрова	зимник 3 км к ю от центр.кутана, в	44	26	0	46	25	0	аккумуляти	ПВ СССР, УК	-20	
+	899	307	22/68		Р.Д.	Ногайский	колхоз Цудахарск	в 25км от пос. Кочубей	44	28	0	46	17	0	аккумуляти	ПВ СССР, перфокарты,	-15	
+	900	284	3/66		Р.Д.	Ногайский	колхоз Коминтерн	зимник 4 км к сз, 22км к сз от п.Кс	44	27	40	46	13	20	аккумуляти	ПВ СССР, перфокарты,	-15	
+	901	286	4/37		Р.Д.	Ногайский	колхоз Куйбышев	15км к ЮЗ от центр.кут., на стыке	44	30	10	46	20	10	аккумуляти	ПВ СССР, УК	-14	
+	902	293	40/66		Р.Д.	Ногайский	колхоз Коминтерн	27км к сз от п.Кочубей	44	27	55	46	16	50	аккумуляти	ПВ СССР, перфокарты,	-15	
+	903	43	64/10		Р.Д.	Ногайский	колхоз Казбекова	центральный кутан, 4 км к Ю, в 9	44	43	0	45	45	0	аккумуляти	ПВ СССР, УК	5	
+	904	18			Р.Д.	Ногайский	колхоз Казбекова	центральный кутан, 5 км к СВ							эоловый ре		5,47	
+	905	27	9/61		Р.Д.	Ногайский	колхоз Гаруна Сам	в 13 км к ЮВ от центр.кутана "Выс	44	45	40	45	52	5	пойма реки	ПВ СССР, УК	19	
+	906	21	157/145 (15		Р.Д.	Ногайский	колхоз Герои СССР	кутан, 16 км к юв от п.Бакрес	44	45	40	45	38	0	аккумуляти	ПВ СССР, УК	12	
+	907	17	39/59		Р.Д.	Ногайский	колхоз Гаруна Сам	центр кутан, 12км к юв от с.Бакрес	44	49	40	45	44	30	аккумуляти	ПВ СССР, УК	10	
+	908	244	ЮА-644		Р.Д.	Ногайский	Аул Капинина	6 км к юв	44	7	50	46	0	0	аккумуляти	ПВ СССР, перфокарты,	10	
+	909	186	2-Т		Р.Д.	Ногайский	с. Карагас	с/з К.Маркса	44	15	20	45	23	0	аккумуляти	ПВ СССР, перфокарты,	66,1	
+	910	536	49/70		Р.Д.	Ногайский	с. Карагас	5 км ЮВ, ОФЗ с/зв К.Маркса Ног	44	13	45	45	26	50	аккумуляти	ПВ СССР, Отчет-1999,	66	
+	911	179	6-Д		Р.Д.	Ногайский	с. Куньбатор	10 км к зап., с/з Куньбатарский Ног	44	18	0	45	28	40	аккумуляти	ПВ СССР, перфокарты,	50	
+	912	173	ЮА-1227		Р.Д.	Ногайский	совхоз им. К.Марк	кутан, в 12 км СВ с. Карагас	44	20	0	45	28	20	аккумуляти	ПВ СССР, перфокарты,	50	
+	913	159	249-K ????		Р.Д.	Ногайский	с. Карагас	10 км к сз							аккумуляти		43	
+	914	230	26		Р.Д.	Ногайский	с. Эдиге (Янгилу)	8 км СЗ, на госхозопрогон, ур. К	44	5	50	46	17	0	аллювиаль	ПВ СССР, УК	-19	
+	915	233	ЮА-651		Р.Д.	Ногайский	п. Кара-Су	4 км к сз, с/з Ленина Ногайского	44	7	5	45	57	30	аккумуляти	ПВ СССР, перфокарты,	18	
+	916	234	ЮА-646		Р.Д.	Ногайский	п. Кара-Су	5 км к с, с/з Ленина Ногайского р-	44	7	40	45	54	0	аккумуляти	ПВ СССР, перфокарты,	15	
+	917	235	ЮА-647		Р.Д.	Ногайский	п. Кара-Су	6,6 км к юв, с/з Ленина Ногайского	44	4	10	45	57	30	аккумуляти	ПВ СССР, перфокарты,	20	
+	918	277	1-Н ???		Р.Д.	Ногайский	колхоз Цудахарск	центр зимник 3 км к ю, 25км СЗ с	44	30	30	46	6	50	аккумуляти	ПВ СССР, УК	-15	
+	919	276			Р.Д.	Ногайский	колхоз Цудахарск	зимник 5 км к юз							аккумуляти		-11	
+	920	190	84		Р.Д.	Ногайский	с. Уй-Салган (Кирп	сез окраина, с/з им. К.Маркса	44	13	20	45	9	30	аккумуляти	ПВ СССР, УК	87,2	
+	921	195	ЮА-1241		Р.Д.	Ногайский	с. Уй-Салган (Кирп	0,5 км к з	44	13	10	45	9	10	аккумуляти	ПВ СССР, перфокарты,	87	
+	922	81	64-K		Р.Д.	Ногайский	колхоз Майк (Коби	центральная усадьба 4 км к СЗ	44	33	35	46	10	30	эоловый ре	ПВ СССР, Отчет-1999,	0	

Записи: 1 из 1930

Реквизиты таблицы

RU

23.12.2022

Рис. 1. Фрагмент таблицы «Сведения».

Таблица 1.

Структура таблицы «Геология».

Имя поля	Тип данных
Порядковый номер	Числовой
Номер ВГ	Числовой
Геологический возраст породы (индекс)	Текстовый
Геологический возраст породы (Код)	Текстовый

Глубина кровли, м	Числовой
Глубина подошвы, м	Числовой
Мощность, м	Числовой
Наименование породы (Код)	Текстовый
Наименование породы (наименование)	Текстовый
Характеристика породы	Текстовый
Глубина появления воды	Числовой
Установленный уровень воды	Числовой
Понижение, м	Числовой
Характер понижения	Текстовый
Дебит, л/сек	Числовой
Установившийся уровень от поверхности, м	Числовой
Абсолютная отметка уровня, м	Числовой
Продолжительность, сут	Числовой

База данных служит для поиска необходимой информации. Для этого в поиске нужно задать параметры, по которым нужна информация. Это может быть номер скважины, административный район или населенный пункт, а также какой-то из гидрогеологических параметров, в зависимости от поставленной задачи. На экран выводятся все скважины, имеющие заданный параметр и вся имеющаяся в базе информация по этим скважинам.

К примеру, если нужна информация по подземным водам акчагыл-апшеронского водоносного горизонта – задается запрос по параметру «геологический возраст» и нажимается кнопка «Поиск» (рис. 2). Программа выдает нам все скважины, пробуренные на этот горизонт (рис. 3).

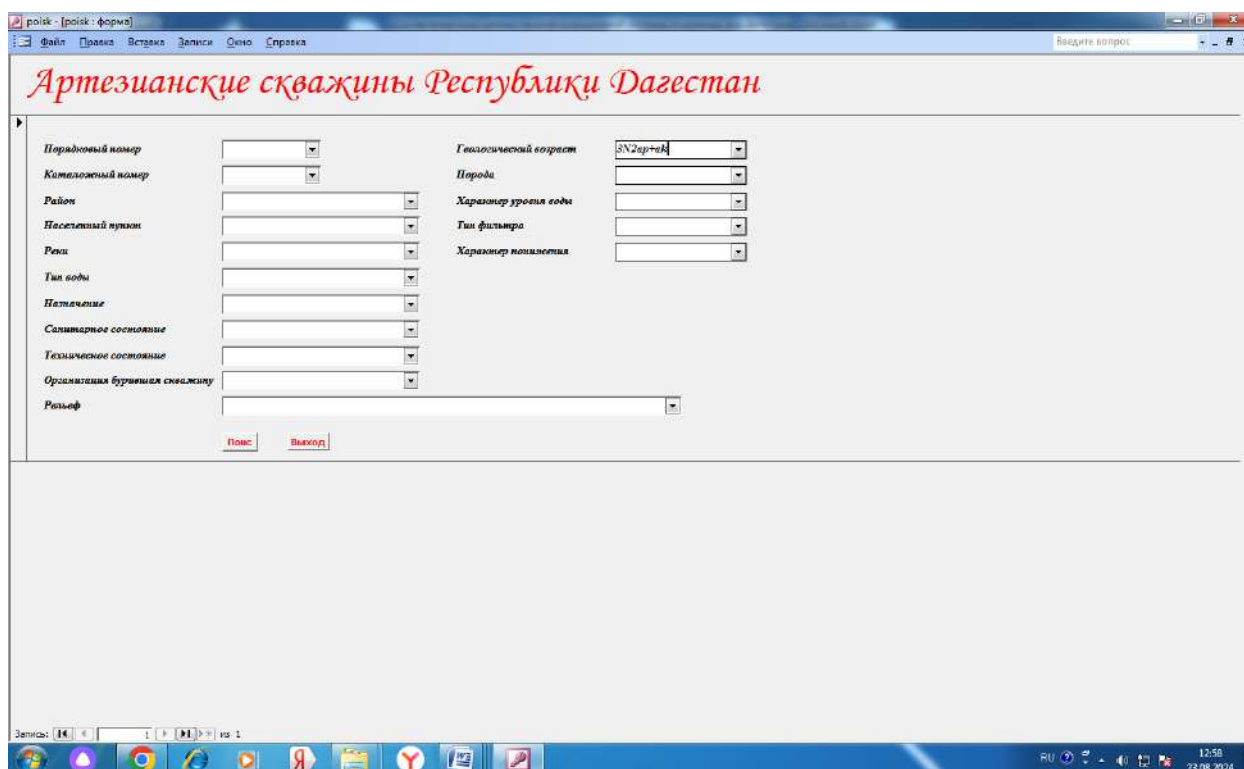


Рис. 2. Фрагмент поиска запроса “poisk:форма”.

Рис. 3. Фрагмент таблицы распределения скважин по индексу "poisk: геология".

Рис. 3. Фрагмент таблицы распределения скважин по индексу "poisk: геология".

В последующем на основе базы данных гидрогеологических параметров подземных вод Дагестана планируется создание электронной карты подземных вод Дагестана с использованием программы ArcGIS 9.3 [5, 6]. База данных и электронная карта служат основой для создания гидрогеолого-математической модели подземных вод Дагестана в целях мониторинга и управления их качеством.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 122032200276-7.

Литература

1. 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. №4 (79), 2019. С. 5-20.
2. Курбанов М.К. Северо-Дагестанский артезианский бассейн. (Ресурсы артезианских вод Ногайских степей и перспективы их хозяйственного освоения) // Махачкала: Дагестанское книжное изд-во, 1969. 92 с.
3. Курбанова Л.М., Гусейнова А.Ш., Ибаев Ж.Г. Создание электронной карты «Минеральные воды горно-складчатого Дагестана» с применением ГИС технологий // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. № 68. 2017. С. 56-63.
4. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Гусейнова А.Ш. ГИС-технологии и их применение при составлении электронных карт // Геология, геодинамика и геоэкология Кавказа. / Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. № 66. Махачкала, 2016. С.279-283.
5. Мамаев С.А., Ибаев Ж.Г., Курбанова Л.М., Гусейнова А.Ш., Курбанисмаилова А.С., Мамаев А.С. Геоинформационные базы данных артезианских скважин Терско-Кумского артезианского бассейна // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. № 1 (80), 2020. С. 92-101.
6. Залибеков З.Г., Мамаев С.А., Биарсланов А.Б., Магомедов Р.А., АсгEROва Д.Б., Галимова У.М. Об использовании пресных подземных вод засушливых регионов мира в борьбе с опустыниванием земель // Аридные экосистемы. 2019. Т. 25. № 2 (79). С. 3-12.

УДК 556.314:539.16 (470.67)

DOI: 10.33580/2541-9684-2024-96-1-86-88

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ КОНЦЕНТРАЦИИ U, Ra В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Маммаев^{1,2} О.А., Маммаев² Б.О.

¹ИПГВЭ ОИВТ РАН, ²Институт геологии ДФИЦ РАН

В статье на основе собственных и литературных данных проводится анализ особенностей миграции естественных радиоактивных элементов (урана, радия) в природных водах Дагестана в зависимости от гидрогеохимических показателей (минерализация, показатель кислотности pH, значения окислительно-восстановительного потенциала Eh, газовый состав, коэффициент миграции Ku).

Ключевые слова: радиоактивные элементы, уран, радий, коэффициент радиоактивного равновесия, коэффициент водной миграции.

GEOCHEMICAL FACTORS OF U, Ra CONCENTRATION IN GROUNDWATER OF THE EASTERN CIRCAUCASUS

Mammaev^{1,2} O.A., Mammaev² B.O.

¹IPGVE JIHT RAS, ²Institute of Geology DFRC RAS

The article, based on our own and literature data, analyzes the features of migration of natural radioactive elements (uranium, radium) in natural waters of Dagestan depending on hydrogeochemical indicators (mineralization, acidity index pH, oxidation-reduction potential values Eh, gas composition, migration coefficient Ku).

Keywords: radioactive elements, uranium, radium, radioactive equilibrium coefficient, water migration coefficient.

Анализ содержания радиоактивных элементов в природных водах является необходимой частью экологического контроля среды обитания. Нами проанализированы концентрации радиоактивных элементов урана, радия и особенности их миграции в различных типах природных вод Восточного Предкавказья [1-9].

Теоретические основы по геохимии радиоактивных элементов в водах осадочных пород были развиты в работах Е. Старика, А. Германова, С. Батулина, Г. Эфендиева и других авторов. Они сводятся к рассмотрению системы горные породы – водный раствор с комплексным учетом многочисленных факторов, действующих на эту систему в естественных условиях. К определяющим факторам, влияющим на распределение урана, радия и других радиоактивных элементов в водах, относятся химический состав вмещающих пород и раствора, минерализация (М), значения окислительно-восстановительного потенциала (Eh), показателя кислотности (pH), гидрогеологические условия, газовый состав и др.

В широко развитых в природе нейтральных и щелочных водах с pH 7.0 – 8.5, преобладающей формой нахождения урана являются уранил-карбонатные комплексы. В слабокислых типах вод с pH 5.0 – 6.5, небогатых SO_4^{2-} – преобладают UO_2OH^+ или $\text{UO}_2(\text{UO}_3)\text{OH}^+$ [1 – 5].

Благодаря геохимическим особенностям урана и радия, их соотношение в единицах равновесия (Кр.р.) является показателем гидрогеохимической обстановки в водоносном пласте. При радиоактивном равновесии между ураном и радием отношение $\text{Ra}/\text{U}=3.4 \cdot 10^{-7}$. Другим важным коэффициентом для анализа содержания урана в водах и породах является коэффициент водной миграции урана (Ku).

По результатам наших исследований 95% доверительные интервалы концентраций урана в термальных рассолах пермо-триасового комплекса Платформенного Дагестана составляет $(0.06 – 1.0) \cdot 10^{-7}$ г/л, коэффициента $\text{Ku} = (0.14 – 3.20) \cdot 10^{-4}$, а Кр.р. = $2.3 \cdot 10^4 – 1.16 \cdot 10^5$ [6, 7, 8].

Содержание урана в пластовых водах юрского водоносного комплекса образует интервал $(0.93 – 1.59) \cdot 10^{-7}$ г/л, а коэффициент Ku относительно аргиллитов юрского комплекса меняется в пределах $(1.7 – 5) \cdot 10^{-4}$, а относительно известняков и песчаников в пределах $(2.6 – 5.5) \cdot 10^{-4}$.

Значения Кр.р. в целом для юрского водоносного комплекса заметно отличается по сравнению с водами пермо-триасового, а значения Ку для этих двух комплексов значимо не различаются.

В водах юрских отложений Горно-складчатого Дагестана, вовлеченных в зону активного водообмена, интервал содержания урана составляет $(1.74 - 27.54) \cdot 10^{-7}$ г/л, а Кр.р. = $(0.44 - 46)$. Средние значения концентраций урана для зоны активного водообмена на порядок больше чем в зоне застойного гидродинамического режима для юрских отложений, Ку меняется соответственно для аргиллитов – $(0.23 - 9.49)$, для песчаников и известняков в пределах $(0.28 - 13.7)$. Из приведенных данных видно, что коэффициент водной миграции урана для зоны активного водообмена юры более чем на 4-порядка превышает значения для затрудненного водообмена, а Кр.р. во столько же раз соответственно уменьшается.

Для вод зоны активного водообмена юрских отложений значения Eh положительны и доходят до $+(200-350)$ мв, что и обуславливает благоприятные условия для выщелачивания урана из пород. В отличии от вод зоны активного водообмена для пластовых вод юрских отложений Платформенного Дагестана характерны застойные гидродинамические условия и отрицательные до -400 мв значения Eh.

Концентрация урана в рассолах нижнемеловых отложений образует интервал $(0.51 - 1.52) \cdot 10^{-7}$ г/л, значения Кр.р. $(1.32 - 3.12) \cdot 10^4$, коэффициент Ку составляет интервал $(3.0 - 7.0) \cdot 10^{-4}$.

В пластовых водах верхнемеловых отложений содержание урана составляет $(0.76 - 1.67) \cdot 10^{-7}$ г/л, Кр.р. – $(1.16 - 3.30) \cdot 10^3$, Ку – $(23.20 - 42.70) \cdot 10^{-4}$.

Для пресных вод меловых отложений зоны активного водообмена интервалы содержания урана равны $(33.45 - 61.70) \cdot 10^{-7}$ г/л, Кр.р. = $(0.74 - 11.2)$, Ку = $(7.20 - 15.25)$. В отличии от пластовых, воды зоны активного водообмена содержат значительно больше урана, что обуславливается совершенно разными геохимическими и гидродинамическими условиями.

Концентрация урана в пластовых водах среднемиоценовых отложений заметно отличаются от рассмотренных выше рассолов мезозойских отложений. Для вод этого комплекса характерны следующие интервалы значений: уран – $(1.52 - 8.57) \cdot 10^{-7}$ г/л, Кр.р. = $(48 - 1133)$, Ку для водоносных пластов чокрака составляет $(3.0 - 16.0) \cdot 10^{-3}$. Причем значения этих показателей значимо отличаются для вод платформенной части, от значений для вод предгорной, что можно объяснить более мощной изоляцией между мезозойским и среднемиоценовым этажами в первой зоне по сравнению со второй, где возможна подпитка чокракского и караганского горизонтов водами мезозойских отложений по зонам тектонических разломов.

Для подземных вод верхнего плиоцен-четвертичного гидрогеологического этажа концентрация урана образует интервал $(9.20 - 29.20) \cdot 10^{-7}$ г/л, Кр.р. = $(0.14 - 4.60)$, Ку для суглинисто-песчаных отложений составляет $(0.30 - 2.34)$. По сравнению с зонами активного водообмена в горно-складчатой части значения Ку для плиоцен-четвертичного этажа в несколько раз ниже. В то же время содержания урана для вод плиоцен-четвертичного комплекса значительно повышенные по сравнению с водами средне-миоценового комплекса.

Для поверхностных вод равнинного Дагестана наблюдаются несколько повышенные концентрации урана по сравнению с подземными. Интервал концентраций урана для этих вод – $(2 \cdot 10^{-6} - 6 \cdot 10^{-5})$ г/л. Такое относительно е обогащение вод поверхностных водоемов ураном можно объяснить, как питанием их за счет грунтовых вод, со значительным содержанием урана, так и концентрацией последнего при фазовых превращениях воды за счет интенсивного испарения в этой климатической зоне.

Из вышеизложенного наблюдается вертикальная зональность в распределении урана, радия и значений коэффициентов Кр.р. и Ку в водах различных водоносных комплексов, отражающая различные геохимические условия для их миграции.

Между основными структурно-гидрогеологическими этажами различия в распределении данных показателей значимые.

Распределение урана по разрезу осадочных пород также не одинаково и свидетельствует о различных геохимических условиях в бассейне осадконакопления.

Проведенные исследования показывают, что коэффициенты $K_{р.р.}$ и $K_{ц}$, а также концентрации урана и радия, являются чувствительными индикаторами гидрогеохимической обстановки в водоносных горизонтах для подземных вод.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 122032200276-7.

Литература

1. Алексеев Ф.А., Готтих Р.П., Сааков С.А., Соколовский Э.В. Радиохимические и изотопные исследования подземных вод нефтегазоносных областей СССР. / М., Недра, 1975. 271с.
2. Евсеева Л.С., Перельман А.И. Геохимия урана в зоне гипергенеза. / М., Атомиздат, 1962. 236с.
3. Чалов П.И. Изотопное фракционирование природного урана. / Фрунзе, Илим, 1975. 271с.
4. Чердынцев В.В. Уран-234. / М. Атомиздат, 1969. 308с.
5. Эфендиев Г.Х., Алекперов Р.А., Нуриев А.Н. Вопросы геохимии радиоактивных элементов нефтяных месторождений. / Баку, Изд. АН Аз. ССр, 1964. 271с.
6. Курбанов М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья // М., Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. 260с.
7. Маммаев О.А. Подземные воды Восточного Предкавказья (формирование, гидрогеохимия и процессы радиотеплогенерации) // Махачкала: ДНЦ РАН, 2006. 280 с.
8. Маммаев О.А., Абдуллаева А.С., Асварова Т.А. Естественные радионуклиды в горных породах и почвах Дагестана. / Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Почвенные ресурсы и проблемы продовольственной безопасности». Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Вып. 65, Махачкала, 2015. С. 186-189.
9. Залибеков З.Г., Мамаев С.А., Биарсланов А.Б., Магомедов Р.А., Асгерова Д.Б., Галимова У.М. Об использовании пресных подземных вод засушливых регионов мира в борьбе с опустыниванием земель // Аридные экосистемы. 2019. Т. 25. № 2 (79). С. 3-12.

УДК 551.4

DOI: 10.33580/2541-9684-2024-96-1-89-115

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ОБЛАСТИ ИЗВЕСТНЯКОВОГО ДАГЕСТАНА

Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Черкашин В.И., Сулейманов В.К., Мамаев А.С., Юсупов З.А.

Институт геологии ДФИЦ РАН

Под геоморфологическими памятниками природы мы подразумеваем – формы земной поверхности, образовавшиеся под влиянием тех или иных геологических процессов. Этот тип подразделяется на два подтипа: региональные (горные хребты, их отроги, интересные горные вершины, межгорные котловины, большие каньоны и горные плато – останцы), которые учитываются, но не входят в разряд охраняемых, и рядовые, куда входят: ущелья, теснины, пещеры, останцы, песчаные косы и оползни, обвалы, меняющие основные формы рельефа и др.

Ключевые слова: Памятники природы, геоморфологические, каньон, пещера, плато, хребет, обвал, теснина, котловина, эрозия, гипсы, доломиты, песчано-глинистые, складки, вершины.

GEOMORPHOLOGICAL MONUMENTS OF THE LIMESTONE DAGESTAN REGION

Yusupov A.R., Mamaev S.A., Cherkashin V.I., Suleimanov V.K., Mamaev A.S., Yusupov Z.A.

Institute of Geology DFRC RAS

By geomorphological monuments of nature we mean – forms of the earth's surface formed under the influence of certain geological processes. This type is divided into two subtypes: regional (mountain ranges, their spurs, interesting mountain peaks, intermountain basins, large canyons and mountain plateaus - remnants), which are taken into account, but are not included in the category of protected, and ordinary, which include: gorges, gorges, caves, remnants, sand spits and landslides, avalanches that change the main forms of relief, etc.

Key words: Natural monuments, geomorphological, canyon, cave, plateau, ridge, avalanche, gorge, basin, erosion, gypsum, dolomites, sandy-clayey, folds, peaks.

Область известнякового Дагестана сложена породами разного литологического состава: песчаниками, глинами, мергелями, известняками, доломитами, гипсами и ангидритами. Эта область резко расчленена гидрогеологической сетью, здесь происходили сложные денудационные, эрозионные, карстовые и другие гипергенные процессы. Следовательно, в этой области расположено наибольшее количество разных типов памятников неживой природы [1]. Преобладающее большинство из них представлено геоморфологическими типами, как региональными (комплексными), так и рядовыми подтипами [2]. В связи с глубоким расчленением геологических образований, большое место занимают стратиграфические типы – хорошо обнаженные разрезы [3].

Алмакский каньон находится в Казбековском районе, у с. Алмак по р. Акташ (фото 1).

Эрозионной деятельностью р. Акташ в её верховье образовано эрозионное «окно». Р. Акташ, промыв здесь мощную толщу верхнемеловых известняков, обнажила песчано-глинистые отложения нижнего мела. Атмосферные и подземные (трещинные) воды из этого эрозионного окна, представляющего обширный водосборный бассейн, стремясь вниз (к северо-востоку), сначала промыли карнизы верхнемеловых известняков, образовав амфитеатр высоких карнизов этих известняков, обращенный на юг. Затем река, углубляясь в эти известняки, образовала глубокий и красивый каньон с отвесными бортами высотой 300-500 и более метров и протяженностью более 10 км.

Эрозионной деятельностью р. Акташ в её верховье образовано эрозионное «окно». Р. Акташ, промыв здесь мощную толщу верхнемеловых известняков, обнажила песчано-глинистые отложения нижнего мела. Атмосферные и подземные (трещинные) воды из этого эрозионного окна, представляющего обширный водосборный бассейн, стремясь вниз (к северо-востоку), сначала промыли карнизы верхнемеловых известняков, образовав амфитеатр высоких карнизов этих известняков, обращенный на юг. Затем река, углубляясь в эти известняки, образовала глубокий и красивый каньон с отвесными бортами высотой 300-500 и более метров и протяженностью более

10 км. Характерным для этого каньона является то, что высокие борта, сложенные трещиноватыми известняками, приняли вид громадных пирамид, прислоненных к склону.

Эти пирамиды и склоны, покрытые лесом и кустарниками, придают каньону необычайно живописный вид и подчеркивают красоту дикой природы.



Фото 1. Алмакский каньон.

Каньон этот имеет большое эстетическое и учебно-познавательное значение.

Андийский хребет расположен на северо-западной границе РД и Чеченской республики, является водоразделом рек Андийское Койсу и Аксай. Проходит неровной линией от перевала Харамя (2174 м) до перевала Хари-Гавуртай (2229 м), т.е. до стыка с хр. Сала-Тау, с общим протяжением 48 км. Максимальная высотная отметка 2728 м (г. Цоболго). Андийский хребет с широким сводом, подобен крупному горному узлу с разветвленной системой северных и южных отрогов (хребтов) (фото 2).



Фото 2. Горный узел Андийского хребта.

К северу спускаются отроги-хребты: Заргубтль, Зани, Ишхой-лам (45); на юг: хр. Буцрах (2807 м) опускается к с. Мехельта, а его южное продолжение – хр. Кильдыр-меэр (2118 м), опускается к с. Килятль. Широкий свод водораздела хребта сложен верхнемеловыми известняками. Благодаря сильной трещиноватости, эти известняки подвергаются сильному морозному выветриванию, образуя мощные осыпи щебня на склонах. Во многих случаях мощные осыпи верхнемеловых известняков, скопившиеся на глинистом ложе (нижнего мела), перемещаются вниз, образуя крупные оползни (Зилойский).

Реки, берущие начало на Андийском хребте (р. Мунидерель-кал, Тлярата, притоки р. Аксай и др.), пересекая складчатость, сложенную нижнемеловыми и верхнеюрскими отложениями, образуют узкие ущелья и теснины.

Ахульгинский каньон находится в Гумбетовском районе по р. Андийское Койсу. Начинается в 1,5 км к востоку от с. Чирката и в 1 км к северо-востоку от с. Ашильта и продолжается а восток, до слияния с Главным Сулакским и Гимринским каньоном. Протяженность 6 км (фото 3).



Фото 3. Ахульгинский каньон. Участок полумесяца.

Река Андийское Койсу здесь прорезает по простиранию (сверху вниз) толщи верхнемеловых известняков, песчано-глинистые и карбонатные отложения нижнего мела и, наконец, сульфатно-карбонатные толщи верхней юры. Ширина каньона внизу 30-80 м при высоте отвесных бортов около 120-200 м. Гипсы, содержащиеся в отложениях верхней юры, здесь выщелочены и борта каньона сложены пористыми, кавернозными, пещеристыми и брекчированными доломитами. Которые придают каньону весьма живописный вид. Выше, в пределах распространения меловых отложений, каньон расширяется до 1,5-2,5 км, где высота бортов достигает 500-800 м над рекой. Борта каньона в этой части, благодаря чередованию прочных известняков и песчано-глинистых пород нижнего мела, становятся террасировано-ступенчатыми, местами с оголенными поверхностями пластов в известняках нижнего баррема и валанжина. Одна такая терраса на поверхности известняков валанжинского яруса расположена к северо-востоку от с.

Ашилты. Она ограничена с запада и севера отвесными недоступными обрывами нижнебарремских известняков. Это место представляет собой естественное укрепление – стоянка Имама Шамиля – «Ахульго» - место упорных сражений горцев с царскими войсками в 1839 году. Здесь Шамиль со своими воинами (мюридами) более 80 дней сдерживал осаду царской армии. Ахульгинскому сражению посвятил свое полотно знаменитый художник Ф. Рубо, автор панорамы Бородинского сражения и «Севастопольской панорамы». В Ахульго еще можно увидеть братские могилы, окопы, траншеи, бассейны для воды, развалины подземной мечети.

Здесь, в узкой части Ахульгинского каньона, намечается строительство Ашилтинской ГЭС. Ахульгинский каньон имеет большое научное значение для изучения стратиграфии, литологии меловых и юрских отложений, а также гипергенных процессов в сульфатно-карбонатных толщах. Место имеет также историческое значение, в связи с Кавказской войной в позапрошлом столетии. Охране подлежат все исторические места «Ахульго».

Ашилтинский обвал находится в Унцукульском районе, в 4 км к юго-востоку от с. Ашилты, на северном склоне плато Бетли.

Плато Бетли, являющееся уцелевшей синклиналью, сложено верхнемеловыми известняками, мощностью до 400м и опоясано отвесными обрывами этих известняков. По мере выветривания и разрушения песчано-глинистых пород нижнего мела, легко поддающихся эрозии, на бортах плато в известняках сначала образуются крупные зияющие трещины, а затем открываются крупные горные массивы и происходят обвалы – оползни, подобные Унцукульскому.

Ашилтинский обвал произошел в дождливый день 15 июля 1934 года, в 5 часов утра. В момент этого обвала поселок геологоразведчиков на южном склоне хр. Салатау (на Кхиутском месторождении серы) был разбужен сильным грохотом со стороны долины реки Андийское Койсу. Вначале, кроме огромного облака пыли на северном склоне плато Бетли, ничего не было видно, а затем, когда рассеялась пыль, стало видно огромное белое пятно, которого раньше не было. В результате этого обвала массы известняковых глыб усеяли склон белым покровом.

Дорога Унцукуль – Ашилты проходит через участок обвала.

Ашилтинский обвал имеет большое познавательное значение, как пример разрушения горных массивов.

Алак-Годоберинское ущелье находится в Ботлихском районе. В 9 км (в 7км по прямой линии) на юго-запад от с. Ботлих.

Протяженность ущелья 4 км. Оно образовалось в результате пересечения рекой Андийское Койсу поперек (с юга на север) Алак-Годоберинской моноклинали, сложенной песчано-глинистыми и карбонатными отложениями нижнего мела и гипсо-доломитовыми породами верхнеюрского возраста.

Вследствие крутого падения осадочных пород, слагающих ущелье, высота бортов 50-100м на севере, доходит до 1300-1600 м на юге (на Алакском и Годоберинском хребтах). Ширина ущелья на севере, при пересечении рекой известняков валанжинского яруса, достигает 50-100 м вверху и около 80-100 м внизу.

Средняя часть ущелья, сложенная чередующимися толщами гипсов и доломитов, благодаря интенсивным гипергенным процессам, расширяются до 150-300 м внизу и до 1,5-2 км вверху.

Ущелье привлекает внимание в эстетическом отношении своим величием и красивым видом. Оно также имеет большое научное значение для изучения литолого-стратиграфических разрезов, ущелье представляет собой сплошные обнажения меловых отложений.

Весьма интересными являются здесь наблюдения над результатами былых и ныне действующих гипергенных (карстовых) процессов в сульфатно-карбонатных породах верхней юры. Например, в средней широкой части ущелья высоко над дном реки и в южных куэстовых обрывах нижне-валанжинские и кимеридж-титонские отложения представлены нормальным чередованием первичных пород гипсов и доломитов, а внизу, по бортам над рекой, эти отложения представлены доломитовыми брекчиями и пористыми, кавернозными и пещеристыми доломитами.

Это обстоятельство показывает, что вдоль реки в водонасыщенной части в кимеридж-титонских отложениях происходило выщелачивание гипсов, обрушение промежуточных слоев доломитов и образование доломитовых брекчий.

В целом ущелье имеет научное и эстетическое значение.

Анчикский карстовый «город» находится в Ботлихском районе в 4 км к северу от с. Анчик (Ахвахского района) и расположен на правой стороне дороги Ботлих – Карата.

Здесь обнажается сильно разрушенная (закарстованная) гипсо-доломитовая толща нижне-валанжинского подъяруса нижнего мела. Эти отложения подверглись сильным поверхностным гипергенным (карстовым) процессам. Гипсы, содержащиеся в этих отложениях, почти полностью растворены и вынесены; остались каркасы доломитовых брекчий в виде останцев выветривания. Они подобны стенам и колоннам разрушенных зданий.

Эти останцы выветривания как феномены природы, придают красивый вид окружающей среде, украшают крутой склон оригинальными фигурами («грибами», пирамидами, столбами). Этот карстовый «город» имеет большое учебное и эстетическое значение.

Анчикское плато находится в Ботлихском районе на правой стороне р. Андийское Койсу, между Преображенским укреплением и с. Анчик. Плато представляет собой останец восточного продолжения широкой Ансалтинской синклинали. Площадь плато 8 кв км (2х4). Верхняя пологая площадка сложена нижнебарремскими известняками. Оно выделяется поясом отвесных обрывов тех же известняков. Низ плато сложен песчано-глинистыми и карбонатными (известняковыми) толщами нижнего мела.

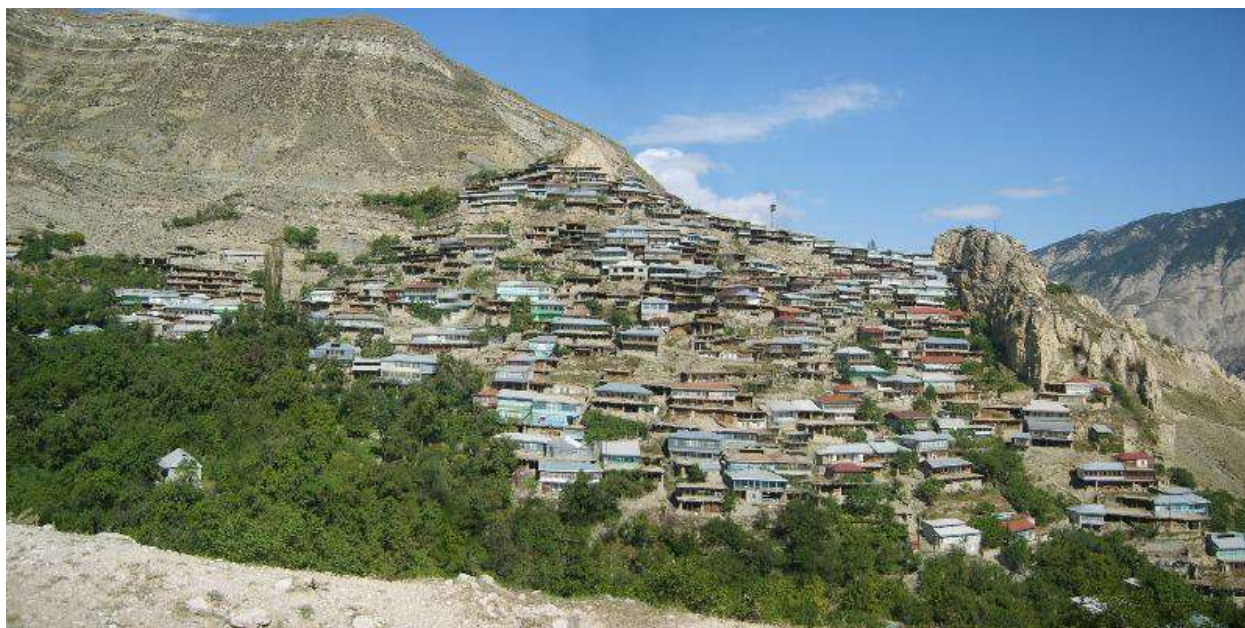


Фото 4. Село Анчик на Анчикском плато.

На плато расположена одна из башен Преображенского укрепления, расположенного у моста через реку Андийское койсу, в самом узком месте ущелья. Анчикское плато в комплексе с ущельем реки, Преображенским укреплением, его сторожевыми башнями, расположенными высоко над рекой, образует весьма живописный уголок. Этот уголок в целом представляет большой геоморфологический, исторический и эстетический интерес.

Учету и охране подлежат природные виды и исторические памятники.

Асатинская пещера находится на северо-восточной части Хунзахского плато, в урочище Асата. По описанию М.К. Казанбеева (1969-1972), пещера расположена на дне продолговатой карстовой воронки, имеется небольшой (0,4-0,5 м), почти вертикальный вход в пещеру. Длина входа – спуск 10м. пещера представляет собой тектоническую трещину с двумя

расширениями, образующие самостоятельные залы, связанные между собой через две узкие полости-ответвления. Длина западного зала 27м, ширина 4-5,6м, высота 2,6м. потолок ровный, местами покрыт тонкими натеками, с потолка капает вода, пол завален обломками пород, образующими крутой спуск к центру зала. Средняя июльская температура воздуха в гроте +5,4°C, а снаружи +17-18°C.



Фото 5. Асатинская пещера.

Второй грот простирается на 40м, ширина его колеблется от 1,8 до 3м, высота от 6 до 11м. Пол неровный, завален глыбами, обломками пород. Вся внутренняя поверхность покрыта зияющими трещинами. Летняя температура в пещере +4,5-5,3°C, а на поверхности +22-25°C. Общая длина подземных ходов около 113м. Пещера имеет научное, учебное и эстетическое значение.

Араканское ущелье находится в Унцукульском районе, на правом берегу р. Аварское Койсу, к северо-востоку от с. Аракань (фото 6).

Араканское ущелье – это система пропастей, теснин, отвесных склонов по круто падающей балке, которая берет начало на Араканском перевале (в 41 км от г. Буйнакса), где проходит граница Буйнакского и Унцукульского района.

Ущелье интересно своей дикой природой – загромождениями глыб и валунов, нависающими одна над другой пропастями, острыми уступами, водопадами, узкими теснинами и древними оползнями.

Дорога от перевала к Аварскому Койсу вначале опускается в небольшую пологую, висящую над пропастями долину – высохшее озеро. На нижнем, западном конце этой долины расположен поперечный брекчиевый вал, как искусственная преграда для воды. Любопытна история этой долины. С незапамятных времен узкое, глубокое русло ручейка было перекрыто крупным оползнем верхнемеловых известняков. Массив которых оторвался с левого (юго-восточного) склона. За валом оползневой брекчии образовалось озеро, которое постепенно заполнялось породой (илом), размываемой и вносимой поверхностными водами с берегов ущелья.

Интересно и то, что вода ручья, попадающая в это бывшее платинное озеро, пропадает, инфильтруясь через брекчиевый вал и выходит родниками ниже, в ущелье.

Одной из достопримечательностей этой висячей долины является то, что на ее левом борту выходит мощный источник холодной воды – «Карасу», у которой останавливаются почти все проезжие утолить свою жажду.



Фото 6. Араканское ущелье.

Ниже дорога круто спускается серпантином, делая повороты и переходя с одного склона ущелья на другой, и выходит на террасовидный уступ крепких известняков барремского яруса нижнего мела, образуя отвесные обрывы высотой 40 метров. Здесь три ручья, низвергаясь через эти обрывы, образуют три красивых водопада (фото 78). Еще ниже, где ручей пересекает мощную толщу известняков и доломитов нижнего мела и верхней юры, ущелье превращается в живописную теснину шириной 20-40 м и высотой бортов до 350 м. На выходе из этой теснины, на правом склоне ущелья, под высокими обрывами расположено селение Аракань.

В историческом плане Араканское ущелье известно тем, что здесь в 1920 году в неравном кровопролитном сражении с бандами Гоцинского погиб отряд большевика Сафара Дударова. На месте гибели С. Дударова в ущелье установлен памятник. Поэтому это ущелье еще называется «долиной смерти».

Араканское ущелье является комплексным памятником природы, имеющим геоморфологическое, стратиграфическое, историческое и эстетическое значение.

Апшинское ущелье находится в Буйнакском районе, в 1-1,5 км к западу и юго-западу от с. Апши. Здесь левый приток р. Параул-Озень прорезает поперек Кадарскую антиклиналь, сложенную карбонатными толщами мела и сланцами средней юры. Речка, разветвляясь по юго-

западному крылу антиклинали, образует в известняках узкие теснины с каскадами водопадов (фото 7).



Фото 7. Водопады в Апшинском ущелье.

При взгляде на запад и юго-запад открывается весьма живописная панорама амфитеатра с ярусами известняковых обрывов. По западному борту ущелья наглядно видна дуга пластов известняков, слагающих сводовую часть антиклинали, где можно составлять послойные литологические разрезы юрских и меловых отложений. Ущелье имеет учебно-познавательное и эстетическое значение.

Аймакинское ущелье находится в Гергебельском районе по правому притоку р. Казикумукской Койсу, который впадает в реку у с. Гергебиль (фото 8).

Протяженность 6 км (между сс. Гергебиль и Аймаки). Ущелье пересекает Кули-меэрскую антиклинальную складку в крест её простирания. Наибольший эстетический интерес представляет начало (у с. Гергебиль) и конец ущелья (у с. Аймаки), где оно образует узкие теснины шириной 5-8 м, врезанные в известняках нижнебарремского подъяруса. Средняя часть ущелья, которое пересекает сводовую часть антиклинали, обнажая отложения верхней и средней юры, принимает каньонообразный вид с бортами, возвышающимися над дном ущелья на 600-800 м. По бортам ущелья хорошо обнажен разрез (сверху вниз) карбонатной толщи гипсов и доломитов верхней юры и сланцев средней юры.

Большой эстетический интерес представляют водопады, низвергающиеся через нижнебарремские известняки у окраины с. Аймаки. Аймакинское ущелье является комплексным геологическим памятником природы (геоморфологического, стратиграфического, минералогического и эстетического значения).



Фото 8. Аймакинское ущелье.

Ботлихская межгорная котловина расположена в одноименном районе по р. Андийское Койсу. Котловина ограничена с юга Алак-Годоберинским моноклиальным хребтом, с запада – Андийским хребтом и с востока северо-западным бортом Хунзахского плато.

Дно котловины представляет собой широкую Ансалтинскую синклиальную складку, прорезанную поперек рекой Андийское Койсу. Северо-восточный выход из котловины – Ортоколинское ущелье, а юго-западный выход – Годоберинское ущелье. Высотные отметки дна котловины (у р. Андийское Койсу) – 750-800 м, а высоты на бортах котловины: хребет Нигулы-Меэр (Аланский) – 2366,8 м, г. Годобери – 210 м, а на Андийском хребте (хребет Ацотль) – 2807,5 м и гора Айдал-Забазуль – 2603,2 м. Таким образом, окружающие котловину хребты возвышаются над её дном на 1500-2000 м.

Характерной чертой Ботлихской котловины, сложенной известняками, доломитами, гипсами и песчано-глинистой породы, является карстово-эрозионная форма рельефа. Здесь много ущелий, теснин, каньонов, водопадов и других геоморфологических форм рельефа. Котловина богата полезными ископаемыми, известняками, доломитами, гипсами и ангидритами. Большой научный, практический и эстетический интерес представляют Конхидатлинские источники соляных вод (фото 9).

Рельефом котловины связаны различные микроклиматические условия и растительность. Склоны котловины, обращенные на юг и сложенные известняками, в ясную погоду сильно нагреваются и, при отсутствии в этой глубокой котловине горно-долинных ветров, происходит интенсивное испарение влаги, котловина, как бы, громадным, естественным котлом испарения. Жара возникающая в котловине, губит растительность на склонах, обращенных на юг. Вместе с тем, эта жара благоприятно действует на хорошо орошаемые фруктовые сады в долине. Пары испарения влаги в котловине, стремящиеся на юг, к большим высотам, постепенно конденсируются вдоль северных склонов Алакского и Годоберинского хребтов и оставляют на этих склонах большой запас своей влаги, что благоприятно действует на рост субальпийской и альпийской растительности и лесов на этих склонах.



Фото 9. Конхидатлинские соляные источники.

В целом Ботлихская межгорная котловина является региональным и комплексным памятником природы, имеющим стратиграфическое, минералогическое, гидроминеральное, геоморфологическое и эстетическое значение.

Ботлихская «сквозная» пещера находится у с. Ботлих одноименного района. Она приурочена к круто падающему крылу антиклинальной складки, сложенной нижнебарремскими известняками, которые погружаются под с. Ботлих (фото 10). Пещера находится на месте изгиба складки, на границе со сводовой частью. Эта типичная арковидная пещера, состоящая из четырех, примерно равных расширений-камер. Средняя длина камер 16-17 м. Некоторые камеры сужаются к потолку под острым углом, соединяются между собой через щелевидные проходы. На стенках и потолке много трещин, наблюдается капеж. Общая длина всех камер составляет примерно 104м. Температура воздуха в пещере равна $+7,8^{\circ}\text{C}$ (2/у11-70г.), а на поверхности $+22^{\circ}\text{C}$. Пещера имеет учебное и эстетическое значение. Следует изучить возможность безопасного посещения пещеры.

Бутринская пещера находится недалеко от с. Бутри Акушинского района, в южном обрыве хребта Лес, в нижнебарремских известняках. Пещера арковидная карстового образования. Длина в доступной части 100м, ширина 1-4м, высота 1,5-3м. Арковидная форма пещеры часто к потолку сужается в виде острого угла-щели. Пол неровный, местами завален обломками пород. Пещера влажная, с потолка капает вода. Температура воздуха в пещере $+7^{\circ}\text{C}$, а наружная $+25^{\circ}\text{C}$.

Пещера имеет учебное и эстетическое значение.



Фото 10. Ботлихская пещера.

Гумбетовский каньон (фото 11) находится в одноимённом районе на реке Тлярата (левого притока р.Андийское Койсу).

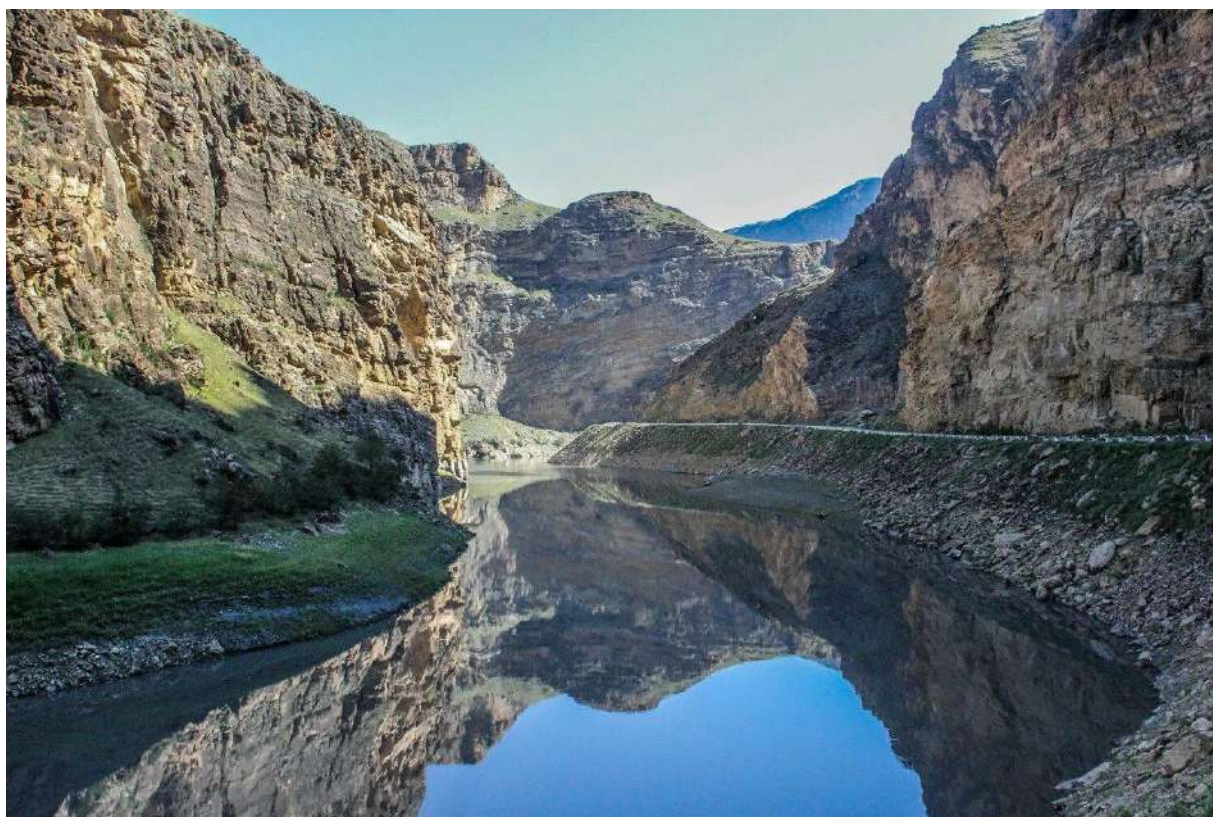


Фото 11. Гумбетовский каньон.

Протяженность каньона 8 км от Сагринского моста до с.Тлярота. На этом протяжении река Тлярота диагонально простиранию пересекает небольшую широкоэвгидную Ингишинскую антиклиналь, сложенную вверху известняками нижнего мела, а внизу (у тальвега реки) толщей чередующихся слоев гипсов и доломитов. Ширина каньона внизу у реки 20-50м, а выше 70-150м. Высота бортов каньона 150-300м, а местами больше. Ступенчатые борта высоких обрывов известняков нижнебарремского подъяру, готеривского и валанжинского яруса нижнего мела придают каньону живописный вид. В средней части каньона, река, углубляясь в отложения верхней юры, обнажает красивый разрез – чередование слоев белых гипсов и серых и коричнево-серых доломитов. Дорога в с.Мехельта проходит на высоте 150м. над рекой по кровле известняков готеривского яруса, откуда хорошо обозримы глубокие части каньона.

К северо-востоку от каньона находится красивая структурная терраса – поляна Сааду-майдан, обрамленная обрывами известняков.

Гумбетовский каньон со своими теснинами, порогами, водопадами, хорошей обнаженностью бортов, сложенных осадочными породами разного литологического, в сочетании с окружающим рельефом, представляет большой научный интерес и эстетическое значение.

Гимринский каньон расположен в нижнем течении р.Аварское Койсу, между ее слиянием с р.Андийское Койсу и с Гимры Унцукульского района (фото 12).



Фото 12. Гимринский каньон.

Он является продолжением на юго-восток Главного Сулакского каньона. Протяженность – 5 км, ширина внизу у уреза воды 15-30м, выше расширяется до 700-1000м на уровне выходов нижнемеловых известняков по бортам. Борта крутые ступенчатые, обусловленные чередованием карбонатных и глинистых толщ, слагающих борта. Высота бортов до верхнемеловых хребтов Гимринского и Сала-Тауского 1600-2000м над тальвегом реки. По каньону хорошо обнажен литологический разрез отложений средней юры до верхнего мела. На отвесных бортах хорошо

выражены антиклинальные складки. Дно каньона полностью занимают воды залива Черкейского водохранилища, по которым курсируют грузовые и пассажирские катера.

Каньон имеет большое научно-познавательное и эстетическое значение.

Гимринский хребет (фото 13) простирается от Главного Сулакского каньона на юго-восток до Араканского перевала (1780м). Протяженность 33км.

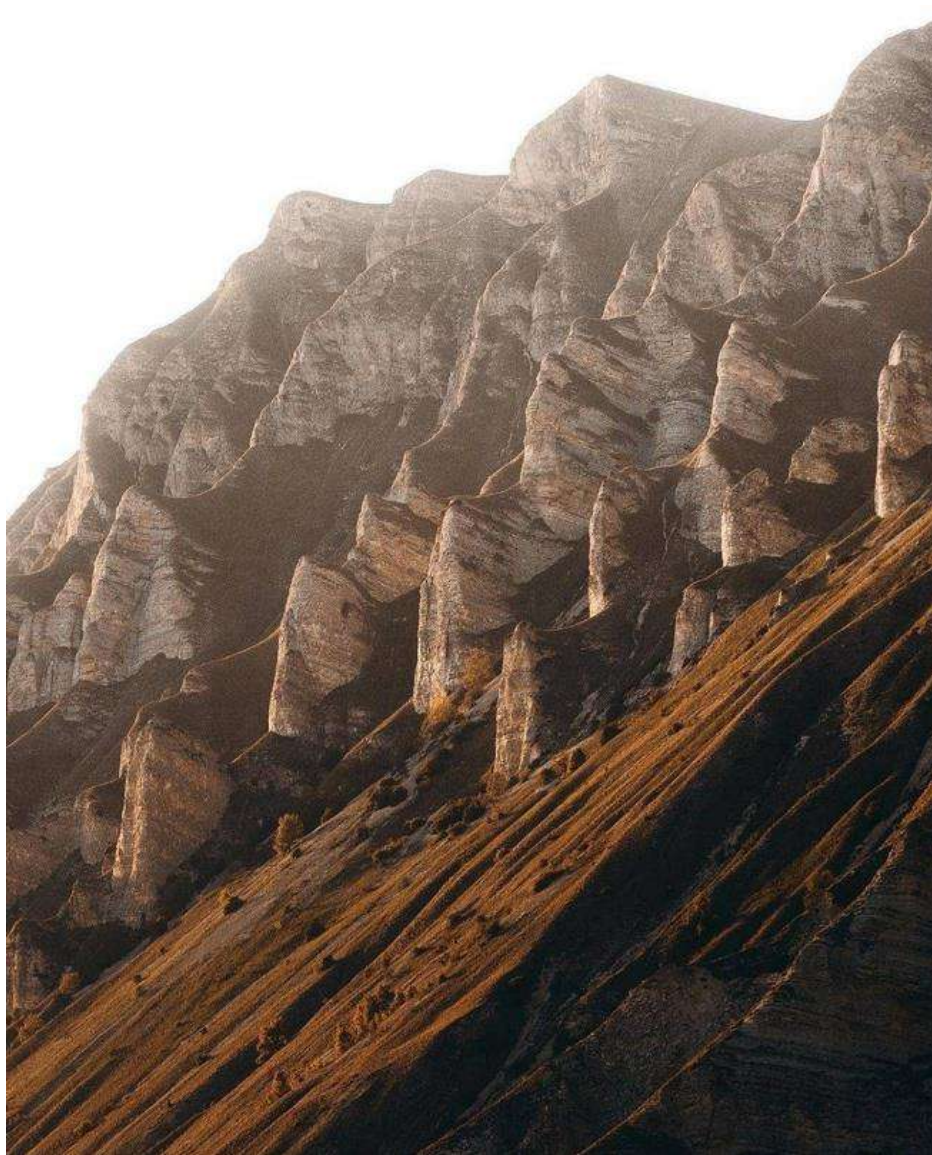


Фото 13. Гимринский хребет возле Гимринского тоннеля.

Хребет служит границей Буйнакского и Унцукульского районов, а также границей двух микроклиматических зон: влажного умеренного в Буйнакской котловине и жаркого сухого в Ирганайской межгорной котловине. По хребту расположены горные вершины (с запада на восток): Рогды-меэр (1935м), Чугу-зул-меэр (1973м), Ракуки-дерель Габурхи (2096м), с перевалом (1510м) из Ирганайской в Буйнакскую котловину. Высшая точка хребта, г. Магмуз-Тау (2284м), расположена в восточной части.

Долина р. Азарское Койсу заложена на 1500-1700м ниже гребневой линии хребта.

Морфологически хребет асимметричен со скалами. Юго-западный – крутой куэстово-обрывистый и северо-восточный – пологий, являющийся пластовой поверхностью верхнемеловых

известняков. Этот склон является областью конденсации влажного воздуха, поднимающегося из Буйнакской котловины. Поэтому он влагообильный, что благоприятствует росту лесов и богатой субальпийской растительности. По южному склону хорошо обнажены разрезы меловых и юрских отложений. От восточного окончания Гимринского хребта ответвляются два хребта: Кизилъярский и Морода-меэрский.

Гимринский хребет имеет большое научное и эстетическое значение. Эстетический интерес к этому хребту возрастает ещё потому, что через этот хребет проложен тоннель длиной 4,5 км для автомобильной дороги Буйнакск-Ирганай ГЭС.

Годоберинский каньон находится в Ботлихском районе, в 2-6 км к западу с. Годобери. Здесь речка – левый приток р. Андийское Койсу размывает нижнемеловые отложения и образует эрозионное окно полукольцеобразной формы, обнажив мощные гипсодоломитовые толщи верхней юры. Верхняя южная часть, примыкает к Годоберинскому хребту, между горами Годобери (2706м) и Маголам (2740м). В истоках речки ширина обнаженной части верхнеюрских отложений достигает 6 км, а к северо-востоку это эрозионное окно сужается до 0,3-1 км, образуя глубокий каньон, окаймленный сверху высокими и отвесными обрывами нижнемеловых известняков, а ещё северо-восточнее с. Годобери так сужается, что образует узкую теснину. Каньон изумительно красив тем, что борта его сложены сахаровидными, местами мраморовидными белыми, серыми и розовыми гипсами с прослойками и реже пластами доломитов.

На местах шлифовки и полировки проточной речной водой в гипсах хорошо видны естественные орнаменты, обусловленные заполнением трещин разного направления в белых гипсах, серым, коричнево-серым глинистым материалом. Каньон представляет большой научно-познавательный и эстетический интерес и подлежит учету как ППМ.

Голотлинские конусы находятся на левом борту р. Аварское Койсу у с. Голотль.

По дороге с.с. Карадах-Голотль, не доезжая до железного моста открывается красивый вид левого обрывистого склона р. Аварское Койсу, который сложен мощной толщей доломитов и известняково-доломитовой брекчии верхней юры. Высота обрывов достигает 30-500 метров. Эти громадные обрывы прорезаны множеством сухих неглубоких балок. Брекчиевые толщи на обрывах легко разрушаются, а материал выветривания (обломки, щебень доломитов) спускаются как по желобам по этим балкам, в основании которых образованы крупные конусы осыпи щебня доломитовых и гипсовых пород (фото 48).

Это наглядный пример, как постепенно разрушаются горы в результате выветривания.

Конусы осыпи имеют большое познавательное и эстетическое значение.

Гоцатлинское ущелье находится в Хунзахском районе, в I км к востоку от с. Большой Гоцатль. Здесь река Аварское Койсу, прорезая вкрест простирания сводовую часть Гергебельской антиклинали, образует циркообразную межгорную котловину с глубоким ущельем (фото 14).

Борта ущелья в его нижней половине имеют отвесные обрывы высотой 150-300м. Верхняя половина имеет каньонообразный вид с крутыми обрывистыми бортами высотой 770-1160 м. Гоцатлинское ущелье замечательно тем, что здесь хорошо обнажены разрезы осадочных пород от средней юры до верхнего мела. В нижней части ущелья, в сводовой части складки, на площади около I км обнажены песчано-глинистые породы средней юры.

В средней части обнажена мощная толща чередующихся гипсов и доломитов верхней юры и нижнего валанжина.

Эти толщи сульфатно-карбонатных пород интересны тем, что здесь известно Гоцатлинское проявление самородной серы и целестина, а также обилием в зоне окисления сероносного горизонта вторичных сульфатных и карбонатных минералов.

Верхнюю часть ущелья окаймляют отвесные обрывы известняков валанжинского, готеривского и барремского ярусов нижнего мела. На самом верху правого борта ущелья залегают известняки верхнего мела.



Фото 14. Гочатлинское ущелье.

Таким образом, Гочатлинское ущелье представляется интересным в стратиграфическом, тектоническом, минералогическом и эстетическом отношении.

Охране подлежат обнажения известных полезных ископаемых (гипса, серы и целестина).

Гергебельское ущелье находится в 1 км к югу от Гергебильского консервного завода. Здесь река Кара-Койсу прорезает северо-восточное крыло Айлитли-Махинской антиклинали, сложенное терригенно-карбонатными толщами нижнего мела и доломитами верхней юры. В северной, наиболее узкой части, в известняках нижебарремского подъяруса теснина внизу имеет ширину 2-4 м, где образованы красивые водопады (фото 15).

К югу теснина несколько расширяется. Высоты отвесных бортов достигают 200-400 м. Протяженность ущелья около 1 км. К югу долина р. Кара-Койсу в сланцах средней юры расширяется, приобретая циркообразную форму – Гергебельский «Цирк». По ущелью хорошо обнажены породы нижнего мела и верхней юры. Ущелье является одним из красивейших в Дагестане и имеет большое эстетическое значение.

Гергебельский «цирк» - циркообразная межгорная котловина. Находится в Гергебельском районе, в 2-6 км к юго-западу от с. Гергебиль (фото 16).



Фото 15. Гергебильское ущелье.



Фото 16. Гергебильский цирк.

Гергебельский «цирк» представляет собой эрозинное «окно», образованное в результате пересечения рекой Кара-Койсу пологого свода Гергебильской антиклинали с крутыми крыльями. Верхняя часть свода складки сложена известняками, а также доломитами нижнего мела и верхней юры мощностью около 300 м, а нижняя (внутренняя) часть эрозинного окна сложена глинистыми сланцами средней юры. Эрозинное окно имеет почти круглую форму диаметром 5 км, которое вверху окаймляется карнизами отвесных обрывов карбонатных пород высотой более 200 метров. Ниже крутые склоны, обращенные к реке, сложенные глинистыми сланцами, спускаются к пологому дну-речным гелечниковым террасам.

Вход и выход из эрозинного окна «цирка», где река прорезает крылья складки, сложенные карбонатными породами, образованы узкие ущелья и теснины: Северо-Гергебильское, описанное отдельно и южное-Хефтикушинское, где расположена плотина Гергебильской ГЭС.

В целом Гергебильская циркообразная межгорная котловина является живописным местом со своеобразным известняковым рельефом. Кроме того, она имеет стратиграфическое значение в связи с тем, что по бортам ее обнажаются послойные литологические разрезы нижнемеловых и верхне-и средне-юрских отложений, а также большое эстетическое значение в связи с ее красивыми теснинами по крыльям складки и расположением здесь Гергебильской ГЭС – первенца электрификации горного Дагестана.

Гунибское плато – останец синклинали, занимает высокое гипсометрическое положение. Расположено в южной части известнякового Дагестана. Возвышается над рекой Кара-Койсу на 600-1500 метров и вытянуто с запада на юго-восток на 8 км при ширине на западе 3 км, а на восток сужается до 1,5-0,8 км (фото 17). Абсолютная высота в юго-западной части – 2351 м (с. Гуниб), на северной части – 2006,9 м (г. Каличег). Далее на восток понижается от 1720 м (г.Расатль) до 1500 м. у восточного мыса, где расположена крепость Гуниб (теперь турбаза «Орлиное гнездо»).



Фото 17. Гунибское плато.

В структурном отношении Гунибское плато представляет собой останец синклинальной складки с осью, наклоненной на восток. Поверхность плато сложена карбонатно-терригенными отложениями нижнемелового возраста барремского, готеривского и валажинского ярусов.

Наиболее молодые отложения – известняки ниже-барремского подъяруса обнажены отдельными участками, образуя бронированные поверхности над нижележащими породами. Отложения готеривского яруса – известняки и песчанистые аргиллиты занимают значительную площадь в западной и центральной части плато, а доломитизированные известняки валажинского яруса обнажаются в эрозионных «окнах» в западной части и занимают восточную, наиболее низкую часть плато. Ниже их залегают доломиты и доломитизированные известняки верхней юры, которые вместе с нижнемеловыми породами образуют высокие и отвесные обрывы опоясывающего плато.

Эти высокие, порой недоступные обрывы вокруг плато представляют естественный забор верхней части плато. Это выгодное положение побудило Имама Шамиля выбрать Гунибское плато как естественную крепость в 50х годах прошлого столетия, во время войны его с царским самодержавием.

Вся эта усеченная пирамида жестких карбонатных пород стоит на пьедестале песчано-глинистых пород средней юры, образующих здесь крутые склоны, усеянные глыбами известняков.

По этим склонам хорошо обнажены разрезы меловых и юрских пород, доступные послойному литолого-стратиграфическому описанию.

Наряду с эстетическим, историческим значением, Гунибское плато имеет уникальные ландшафты, которые по своему высотному положению, умеренному климату, богатой растительности не уступают лучшим горно-климатическим курортным местностям в Союзе и имеет большое оздоровительное значение

Гунибское плато, расположенное среди межгорных котловин (Анады мейданской Ходочь – Хиндахской и Карадахской) является местом конденсации теплых паров воздуха, поднимающихся из этих котловин. Обилие влаги способствует хорошему развитию альпийской и субальпийской растительности на этой высоте. Из лесной растительности здесь представлены многие виды: береза, особенно ее редким видом – Радде, сосна, осина, ясень, ива, липа, ольха, а также дикорастущие фруктовые деревья: алыча, кизил, яблоня, груша, барбарис, шиповник и другие.

Благодаря своему высотному положению среди межгорных котловин и незначительной площади самого плато (около 50 кв.км) тучи с плато быстро сгоняются горно-долинными ветрами. Поэтому здесь много солнца и значительное количество озона.

Гидрографическая сеть Гунибского плато – мелкие ручейки, собранные в маленькую речку, которая протекает по оси синклинали – по центральной части плато и имеет направление с запада на восток. Эта речка, низвергаясь по высоким обрывам восточного мыса плато, образует красивые водопады чистой прозрачной воды.

В восточной части плато находится туннель длиной 40 метров в известняках и доломитах нижнего мела и верхней юры, пройденной во второй половине XIX века для проезда царя Александра II.

С высших точек западной части плато хорошо обозримы на север и в северо-запад – Хунзахское плато, на запад – лабиринт средних гор Сланцевого Дагестана, в центре которого находится возвышающаяся на 2400 м. над уровнем моря ступенчатая пирамида карбонатных толщ нижнего мела и верхней юры на пьедестале песчано-глинистых пород средней юры – гора Тли-Меэр («седло-гора»).

Уникальные природные условия Гунибского плато привлекают внимание ученых и природолюбив.

Гуниб так широко известен за пределами Дагестана, что все приезжающие в Дагестан мечтают попасть в Гуниб. Поэтому к Гунибу и был проложен туристический маршрут.

Гунибское плато является комплексным (историческим, климатическим, ботаническим, геологическим и эстетическим) памятником природы, имеющим большое научное, учебное и эстетическое значение.

Гипсовое ущелье находится в Гумбетовском районе в 2 км. к юго-западу от с. Игали на СВ склоне хр. Арак-меэр. Здесь левый приток р. Игалинки, берущий свое начало на хр. Арак-меэр, прорезая северо-восточное крыло одноименной антиклинали, образует глубокое эрозионное окно с узким ущельем внизу, у основания склона и широким амфитеатром в средней части склона. Это эрозионное окно окаймляется высокими обрывами нижнемеловых известняков. В средней, наиболее глубокой части эрозионного окна, обнажена мощная гипсовая толща Киммеридж-титонских ярусов верхней юры. Воротами, из широкой долины реки Игалинки, в это ущелье служит узкая теснина крутопадающих нижебарремских известняков, далее, по ущелью в начале обнажаются известняки готеривского и валанжинского ярусов нижнего мела, а затем толща чередующихся пластов гипсов и доломитов, на которых образовались красивые водопады. На пороги водопадов местами можно подняться с помощью лестницы. Далее все ущелье сложено гипсами с редкими прослойками доломитов. Гипсы разного цвета: белые сахаровидные, розоватые и серые, с прослойками (прожилками) глинистого материала. Очень красиво дно ущелья, сложенное гипсами и отшлифованное водой. Склоны ущелья крутые и покрыты лесом, что придает ему живописный вид.

Гипсовое ущелье имеет большое эстетическое значение.

Гапшиманское ущелье находится в Акушинском районе у с. Гапшима, в 8 км к югу (напрямик) от с. Акуша, прорезающей вкрест простирания юго-западное крыло синклинали – хребет «Лес», сложенное карбонатными породами верхней юры и нижнего мела (фото 19).



Фото 19. Гапшиминское ущелье.

Эти породы круто падают на северо-восток. Поэтому, в начале врезания реки в это крыло, образовался амфитеатр, обращенный на юго-запад. Воздымающиеся на 600-700 метров борта его простираются на юго-запад и на юго-восток.

Длина узкой части ущелья около 1 км. Оно состоит из двух теснин с небольшим расширением в средней части, где расположено старое село Гапшима. Северо-восточная теснина врезана в весьма крепкие известняки нижнебарремского подъяруса нижнего мела и имеет ширину внизу 15-20 м. средняя, относительно широкая часть ущелья сложена терригенно-карбонатной толщей готеривского яруса.

Юго-западная теснина сложена белыми пелитоморфными и мраморовидными известняками валанжинского яруса нижнего мела и пористыми кавернозными и пещеристыми доломитизированными известняками верхней юры. Общая мощность их более 200 м. Ширина теснины в этой части 20-30 м. внизу: высота бортов ущелья от 100-150 м. в северо-восточной части до 500-700 метров в юго-западной части. Примечательными в юго-западной теснине являются ниши выветривания и пещеры (Гапшиманские пещеры). Они образованы карстовыми процессами в доломитизированных известняках верхней юры.

Гапшиманское ущелье является комплексным геологическим памятником. Здесь, кроме уникальных элементов геоморфологии, представлен хороший литологический разрез нижнего мела и верхней юры и, к югу от ущелья – средней юры.

В историческом плане в ущелье располагалось старое с. Гапшима. В юго-западной и северо-восточной теснинах находились ворота, которые закрыли на ночь.

Дардар-Хюрское ущелье находится в Хивском районе. От с. Куг до с. Дардар-Хюр имеет направление на юго-восток. Далее на восток, до Нютюгского каньона. Общая протяженность 9 км (фото 20).

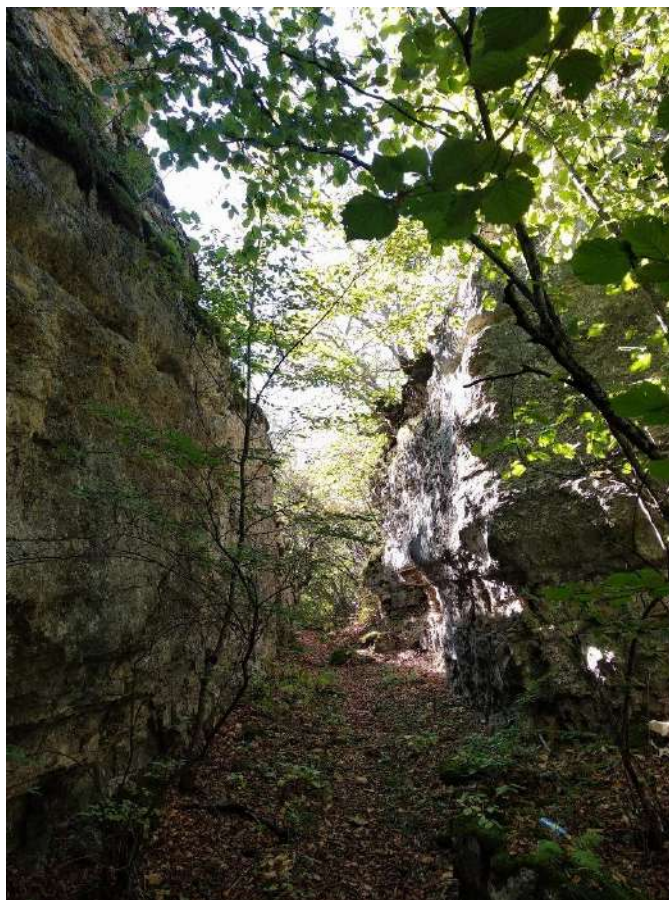


Фото 20. В окрестностях Дардар-Хюрского ущелья.

Ущелье врезано в нижнемеловых известняках, а в районе с.Дардар-Хюр, на протяжении 2 км, в верхнеюрских доломитизированных известняках. Ширина вверху от 100 м. до 1 км. Местами ущелье переходит в узкие теснины с шириной в нижней части до 4-10 м. борта ущелья отвесные, главным образом, куэстовые обрывы высотой от 20 до 100-150 м.

Ущелье весьма живописное и имеет большое эстетическое значение.

Зубутлинские пещеры. В Сулакском каньоне в районах с.с. Миатлы (старое), Иха и Зубутль встречаются многочисленные пещеры глубинами длиной от 5 до 21м. Наиболее интересная – Зубутлинская карстовая пещера находится примерно в 300 м. выше с. Зубутль, на левом склоне долины р.Сулак в верхнемеловых известняках, с маленьким выходом. Ее размеры: длина 23м, ширина 13, высота 2-3 м. Пол и потолок плоские, гладкие, поверхности пластовые. Местное название пещеры «Коранохранилище». Это название связано с тем, что во время революции представители духовенства прятали здесь имущество мечети, в том числе и Кораны.

Пещера сухая. Средняя температура в июне 1969 г. + 22 градуса по Цельсию, а в январе 1970 г. +3-4 градуса по Цельсию. Пещера находится на высоте 40 м. над уровнем р.Сулак.

Из представителей фауны в пещере водятся летучие мыши, ящерицы, змеи и др. Пещера имеет эстетическое и историческое значение.

Зизикский каньон находится в Сулейман-Стальском районе по левому притоку р.Карчаг-су. Протяженность 17 км. На востоке у с. Карчаг каньон имеет западное направление, далее от с.Зизик меняет направление на северо-запад, где он прорезает моноклираль, сложенную мощной (более 500м) толщей верхнемеловых известняков. Здесь каньон сужается внизу до 5-8м, а борта возвышаются над дном речки на 100-300 метров. В этой части каньон становится весьма живописным (фото 21).



Фото 21. Зизикский каньон.

Высокие борта слоистых известняков верхнего мела, прорезанные параллельными ложками временных потоков поверхностных вод, образуют громадные столбы, подобные колоннам громадного разрушенного дворца. За пределами распространения верхнемеловых известняков, в глинистой толще нижнего мела (апта и альба) долина несколько расширяется. Далее на запад, при пересечении рекой карбонатных толщ нижнего мела и верхней юры, каньон снова сужается и приобретает весьма живописный вид с карстово-эрозионными формами рельефа.

Этот каньон представляет большой интерес и для изучения стратиграфии и литологии толщ осадочных пород мелового и верхнеюрского возрастов. Полный литологический разрез этих пород хорошо обнажен по левому борту каньона от тальвега реки до водораздела-хребта Кара-сырт с абсолютными отметками от 447 м (у с.Карчаг) до 1400 м (на хр.Кара-сырт). Каньон имеет большое научное и эстетическое значение, подлежит учету как ППМ.

Ирганайская межгорная котловина расположена в долине р. Аварское Койсу. Она овально вытянута с севера-запада (от Ирганайской ГЭС) на юго-восток (до горы Мазмуз-тау), на протяжении 18 км при ширине 4-7 км (фото 22).



Фото 22. Ирганайская межгорная котловина.

Котловина представляет собой эрозионное окно, где в сводной части Ирганай-Кадарской антиклинали, р. Аварское Койсу размыв верхние, более молодые отложения мела и юры, образовала здесь обратный (отрицательный) рельеф. Уровень дна котловины находится на абсолютных отметках 400-500 м, а горные вершины на бортах котловины имеют высоты 2284 м (Мазмуз-тау), 2133 м (Гимринский хребет) на правом борту котловины и 1559, 4 м (Атага-Гои) – на левом борту. Таким образом, борта котловины возвышаются над дном ее 1000-1700 м. Эрозия реки Аварское Койсу и ее притоков размыв сводовую часть антиклинали от верхнего мела до нижней юры, хорошо обнажив стратиграфические разрезы этих отложений. Северный выход на котловину – узкое ущелье, сложенное известняками и доломитами нижнего мела и верхней юры. Ирганайская котловина представляет собой региональный и комплексный геологический памятник природы, имеющий большое научное и эстетическое значение.

Каратинский каньон находится, в основном, в Ахвахском районе по реке Ахвах.

Протяженность каньона от с. Ахвах на юге до с. Н.Инхело на севере-13 км. Высота бортов 900-1200 м. Каньон врезан в северо-западной части в карбонатные породы (известняки), нижнего мела, а в юго-восточной и юго-восточной и южной части по дну каньона и по правому борту обнажена гипсо-доломитовая толща верхней юры. Последние здесь притерпели сильные гипергенные изменения, гипсы местами растворены карстовыми водами и унесены из этой толщи: чередовавшиеся слои гипсов и доломитов превратились в карбонатные брекчии. Здесь хорошо наблюдать реликты карстировавшихся пород (фото23).



Фото 23. Каратинский каньон.

Местами на поверхности (под с.с. Карата и Анчик) наблюдаются останцы выветривания: «Каратинские пингвины» и Анчикский карстовый «город» (88,92а), описанные нами отдельно. По склонам каньона хорошо обнажены стратиграфические разрезы.

Следует также отметить, что под селением Карата в реку Ахвах впадает Местерухская речка, которая представляет каньон, подобный Каратинскому, врезанный также в нижнемеловые и верхнеюрские отложения. Протяженность его 6 км. Южная часть каньона очень красива благодаря многочисленным ущельям, теснинам, водопадам по притокам р. Местерух.

Каньоны эти имеют большое научное и эстетическое значение.

Каньон Цолотль находится на юго-западном борту Хунзахского плато по р. Тобот. Каньон начинается у с. Арани Хунзахского района и кончается у с. Голотль Советского района, расположенного на левом борту р. Аварское Койсу (фото 24).

Каньон протягивается (по горизонтальному проложению) на 10 км. Высота бортов от 70-80 до 1000 и более метров в средней части. Дикость природы каньона – отвесные борта, глубокие

теснины, чередующиеся с крупными порогами и водопадами, связана с литологическим составом слагающих каньон осадочных пород. Каньон в пологой части плато, сложенной почти горизонтально залегающими известняками нижебарремского подъяруса нижнего мела. По ним низвергаются воды р. Тобот, образуя высокие (более 70м) водопады, а затем, по нижезалегающим известнякам готеривского и валажинского ярусов, низвергающиеся воды реки образуют каскад более мелких водопадов и порогов.

Верхняя половина каньона, сложенная жесткими карбонатными породами нижнего мела, образующими, главным образом, отвесные борта, глубоко пропилены рекой. Нижняя половина каньона сложена доломитами, доломитизированными известняками, гипсами и ангидритами верхней юры, в которых каньон несколько расширяется и хорошо доступен со стороны р. Аварское Койсу.

Здесь хорошо наблюдать результаты карстовых процессов в гипсах и доломитах – доломитовые брекчим, пористые, кавернозные и пещеристые доломиты и, местами, сохранившиеся от карстовых разрушений, чередующиеся слои гипсов и доломитов.



Фото 24. Каньон Цолотль.

Каньон Цолотль является комплексным геологическим памятником (геоморфологическим, стратиграфическим, минералогическим) и имеет большое научное и эстетическое значение и подлежит учету.

Котловина Орота находится в Унцукульском районе на границе с Гергебельским районом. Эта межгорная котловина представляет собой огромное эрозионное окно, развитое по обе стороны р.Аварское Койсу на стыке осей Аракмеэрской и Кулимеэрской антиклиналей. Часть этой котловины, расположенная к западу от р.Аварское Койсу, называется Орота, а часть, расположенная к востоку от этой реки –Кудутлинской. Этот уникальный, региональный и комплексный памятник природы занимает большую площадь – 70 кв.км. Борт ее возвышается над дном от 300-500 до 1600-1800 м. В результате эрозии свода названных антиклиналей образовался обратный рельеф (вместо антиклинального свода – эрозионное окно) и обнажились породы возрастов от нижнего мела до нижней юры.

По периметру котловины, окаймляя ее, тянутся куэстовые обрывы, обращенные во внутрь котловины, высотой 200-700 м и представляют крылья складки (размытого свода). Они сложены терригенно-карбонатными отложениями нижнего мела и гипсо-доломитовыми породами верхней юры. Борты котловины хорошо обнажены, представляют собой уникальные литолого-стратиграфические разрезы (фото 25).



Фото 25. Котловина Орота в районе Кудутль.

В глубокой (нижней) части складки обнажены более древние средне и нижнеюрские песчано-глинистые породы, собранные в мелкие складки и придающие тектоническое значение памятнику природы.

По бортам котловины в гипсо-доломитовых породах расположены Могохское месторождение самородной серы и гипсов, балаханинское проявление серы, а также уникальные проявления первичного и вторичного целестина и обилие вторичных сульфатных и карбонатных минералов. В нижнеюрских отложениях здесь известно Кудутлинское проявление каменного угля. Все эти месторождения и проявления полезных ископаемых придают памятнику природы большое научное (минералогическое) значение.

В целом котловина имеет большое научное и эстетическое значение.

Карадахское ущелье находится в Гунибском районе, в 2 км к юго-востоку от с.Карадах. Это узкое и глубокое ущелье состоит из двух теснин в начале и в конце, с небольшой котловиной

(расширением) в средней части ущелья. Оно прорезает поперек моноклинали северо-восточного крыла Ходоч-Шиндарской антиклинали, сложенной песчано-глинистыми и известняково-доломитовыми отложениями нижнемелового и верхнеюрского возрастов. Общая протяженность ущелья около 1, 2 км.

Первая – северо-восточная теснина, выходящая на дорогу в с. Карадах, прорезана в прочных известняках нижнего мела. Она имеет ширину внизу 4-8 м, а сверху 10-40 м, протяженность около 200 м.

Средняя, наиболее широкая часть, сложенная песчано-глинистыми породами нижнего мела, имеет протяженность около 700 метров. Наиболее интересная, узкая и глубокая, южная часть ущелья (теснины) пересекает толщу доломитов и доломитизированных известняков нижнего мела и верхней юры. Ширина теснины здесь до 3-6 м, а сверху расширяется до 8-15 м, при высоте отвесных стен 120-170 м. Протяженность этой части 250-300 м (фото 26).



Фото 26. Карадахское ущелье.

Секрет узости теснины и сохранности вертикальных стен заключается в монолитности доломитов и устойчивости их к эрозии, а также карстово-эрозионного происхождения теснины.

Образованию такой узкой и глубокой теснины благоприятствовало то, что с большой водосборной площади с большим количеством паводковых вод, по ущелью постоянно протекает ручей и карстовые процессы, сопровождающие растворение доломитов, происходят только по дну ручья, в полосе небольшой ширины. Во время паводков растворенный небольшой слой доломита (измеряемый в миллиметрах) уносится. По мере углубления дна ручейка обезвоженные части стен (борта теснины) уплотняются и становятся устойчивыми к выветриванию.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 122032200278-1 и 122032300053-3.

Литература

1. Юсупов А.Р., Черкашин В.И. Геолого-географические памятники Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2013. № 62. С. 169-172.
2. Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Черкашин В.И. Области распространения и типы геологических памятников Дагестана // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2014. № 63. С. 335-340.
3. Юсупов А.Р., Сулейманов В.К., Алимагомедов А.А., Алхулаев К.Г., Мамаев А.С. Природные памятники области Известнякового Дагестана. Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. № 1 (76). С. 8-12.

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 алфавитно-хронологическом (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).*

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-81133 от 25 мая 2021 года

Ежеквартальный научный журнал
"Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН"
Выпуск № 1 (96) 2024

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 20.03.2024 г. Формат 60×84¹/₈.
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать ризографная.
Усл. п. л. 13,8. Уч.-изд. л. 7,4. Тираж 200 экз. Заказ №24-03-96. Цена свободная.



Отпечатано в типографии АЛЕФ
367002, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. С. Стальского, 50
Тел.: +7 (8722) 935-690, 599-690, +7 (988) 2000-164
www.alefgraf.ru, e-mail: alefgraf@mail.ru