



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт геологии
Дагестанского федерального
исследовательского центра РАН

ISSN: 2541-9684

№ 1 (92), 2023
Ежеквартальный
научный журнал

"ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН"

Издается по решению Ученого совета
Института геологии ДФИЦ РАН
Журнал выходит 4 раза в год.

Зарегистрирован в федеральной службе по надзору в сфере связи и
массовых коммуникаций Российской Федерации (Роскомнадзор) ПИ
№ ФС77-67725 от 10 ноября 2016 года

Научно-редакционный совет:

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
член-корреспондент НАН Азербайджана
д.ф.-м.н., профессор, Геофизический институт ВНЦ РАН,
д.г.-м.н., профессор, ИГиИС НАН Армении
д.ф.-м.н., Чеченской академии наук
член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н., профессор, ДФИЦ РАН
член-корреспондент РАН, ОНЗ РАН
д.ф.-м.н., профессор, ДГУ
академик РАН, ГИН РАН

Алхасов А.Б.
Асхабов А.М.
Гаврилов Ю.О.
Глико А.О.
Алиева Э.Г.М.
Заалишвили В.Б.
Карапетян Д.К.
Керимов И.А.
Муртазаев А.К.
Морозов Ю.А.
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., ДФИЦ РАН
д.т.н., профессор, ДГТУ
д.т.н., профессор, ДГУ
д.ф.-м.н., профессор, ДГУ
к.г.-м.н., в.н.с., ДФИЦРАН
д.г.-м.н., г.н.с., ИПГ ВЭ – ИВТАН РАН
д.б.н., г.н.с., профессор, ДФИЦ РАН
к.ф.-м.н., ДФИЦ РАН
д.ф.-м.н., г.н.с., ДФИЦ РАН
к.г.н., в.н.с., ДФИЦ РАН
к.с.-х.н., с.н.с., ДФИЦ РАН
д.ф.-м.н., профессор, ДГУ
к.г.-м.н., в.н.с., (научный редактор), ДФИЦ РАН
д.г.-м.н., г.н.с., профессор, ИПГ ВЭ – ИВТАН РАН
к.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., ИГ ДФИЦ РАН
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.
Кондаков В.М.
Курбанисмаилов В.С.
Магомедов Р.А.
Маммаев О.А.
Таймазов Д.Г.
Темирбекова У.Т.
Тотурбиев Б.Д.
Юсупов А.Р.
Якубов А.З.
Мусаев М.А.
Гусейнова А.Ш.
Мамаев А.С.
Ахмедов А.С.

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

При использовании материалов ссылка на журнал обязательна.

Адрес редакции: 367030, г. Махачкала, ул. М. Ярагского 75
наш сайт в интернете <http://www.igdficran.ru>, e-mail: dangeogis@mail.ru
Тел. 8(8722)62-93-95; факс: 8(8722)62-06-82

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

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ ДАГЕСТАНСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

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

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

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

Научное направление журнала - ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

ISSN: 2541-9684

Журнал является рецензируемым.

Журнал выходит 4 раза в год.

Тираж - 200 экземпляров

<http://elibrary.ru/> (РИНЦ)

<http://www.igdficran.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕКТОГЕНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ РУДНЫХ ЛОВУШЕК МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ЗОН ГОРНОГО ДАГЕСТАНА <i>Гусейханов С.М.</i>	4
СОСТОЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И БАЗЫ ДАННЫХ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН <i>Сулейманов В.К., Мамаев А.С., Ахмедов А.С.</i>	14
МЕТОД ОСКОЛКОВОЙ РАДИОГРАФИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАДИОИЗОТОПОВ НА РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ НА ПРИМЕРЕ МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КИЗИЛ-ДЕРЕ, ДАГЕСТАН <i>Айтеков М-П.Б.</i>	20
ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ И ПОСТДИАГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СЛАНЦЕВОМ ДАГЕСТАНЕ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА <i>Магомедов Р.А.</i>	25
ПОДАВЛЕНИЕ ШУМА ПРИ РАСЧЕТЕ СРЕДНЕСУТОЧНОЙ ВАРИАЦИИ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ ПОРОД В СКВАЖИНЕ, ПОЛУЧЕННЫХ НА СТАНЦИИ ИЗБЕРБАШ (ДАГЕСТАН) <i>Дещеревский А.В., Идармачев Ш.Г.</i>	33
ВСПЛЕСКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ТУРЦИИ В ОКТЯБРЕ 2011 И ФЕВРАЛЕ 2023 гг., И ИХ СВЯЗЬ С ВАРИАЦИЯМИ СЕЙСМИЧНОСТИ ПРЕДКАВКАЗЬЯ <i>Алиев И.А., Магомедов А.Г., Алибеков М.С.</i>	38
ГУНИБСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 8 ДЕКАБРЯ 2022 г. НА ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА <i>Асманов О.А., Адиллов З.А.</i>	54
СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В 2009-2015 гг. <i>Асманов О.А., Адиллов З.А., Махмиев К.П.</i>	60
ОЦЕНКА ПРОЦЕССОВ РАДИОТЕПЛОГЕНЕРАЦИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА НА ПРИМЕРЕ ПРИКУМСКОЙ ЗОНЫ ДАГЕСТАНА <i>Маммаев О.А., Маммаев Б.О.</i>	65
КАРБОНОВЫЕ ПОЛИГОНЫ: СПАСЕНИЕ КЛИМАТА ЗЕМЛИ – В ИСКУССТВЕННОМ ВОСПОЛНЕНИИ УГЛЕВОДОРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА НЕДР <i>Меликов М.М., Меликов* Я.М.</i>	69
СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ОБЛАСТИ ИЗВЕСТНЯКОВОГО ДАГЕСТАНА <i>Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Сулейманов В.К., Юсупов З.А., Мамаев А.С., Алилова Г.А.</i>	75

УДК 631.48 551.31

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-92-1-4-13

ТЕКТОГЕНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ РУДНЫХ ЛОВУШЕК МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ЗОН ГОРНОГО ДАГЕСТАНА

Гусейханов С.М.

Институт геологии ДФИЦ РАН, г.Махачкала

В статье сделана попытка выяснения геологической природы образования рудных объектов в разных металлогенических зонах Горного Дагестана. Впервые указано на первоисточники рудных металлов, которыми послужили первичные интрузивы, продукты эрозии которых из-за полихронности геологического развития Кавказа привели к естественному обогащению осадочных толщ - образованию «рудоматеринских» пород. Сформированные при их попадании в орогенические процессы гидротермальные растворы осаждались в рудных ловушках, которые в разных металлогенических зонах формировались по разному. Сформировавшиеся в Самуро-Белореченской металлогенической зоне рудные ловушки из-за малообъемности практической ценности не представляют. Крупные рудные ловушки формировались только в Приводораздельной металлогенической зоне и их образование обусловлено наложением на послонные пликативные, возникшие при поперечном сжатии нарушения, продольные, обусловленных латеральным выжиманием сдвиговые нарушения.

Ключевые слова: геосинклинальный прогиб Кавказа, коллизионные процессы и складкообразование, латеральное выжимание, послонные и сдвиговые перемещения, рудные ловушки.

TECTOGENIC MODELS FOR THE FORMATION OF ORE TRAPS IN METALLOGENIC ZONES OF MOUNTAIN DAGESTAN

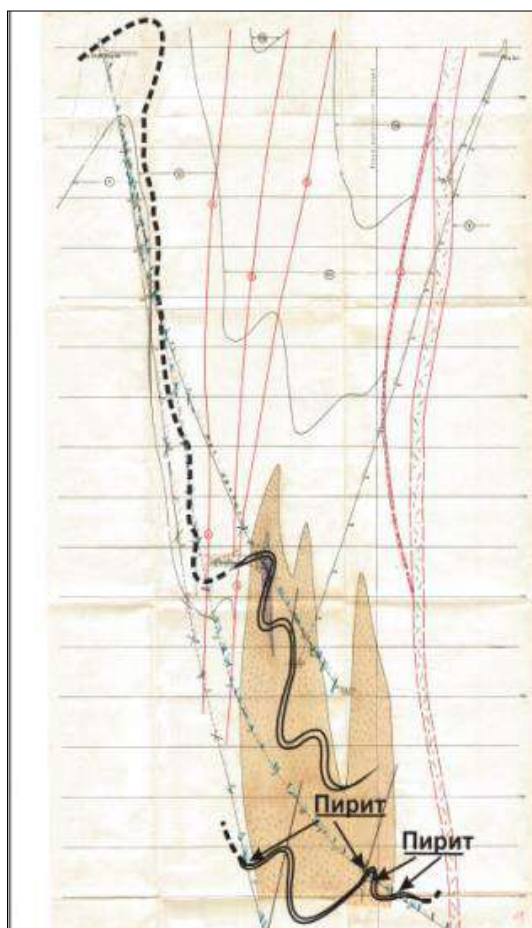
Institute of Geology of the Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

The article attempts to clarify the geological nature of the formation of ore objects in different metallogenic zones of Mountainous Dagestan. For the first time, the primary sources of ore metals were indicated, which were the primary intrusions, the erosion products of which, due to the polychronicity of the geological development of the Caucasus, led to the natural enrichment of sedimentary strata - the formation of "ore source" rocks. The hydrothermal solutions formed when they entered the orogenic processes were deposited in ore traps, which formed differently in different metallogenic zones. The ore traps formed in the Samuro-Belorechensk metallogenic zone are of no practical value due to their low volume. Large ore traps were formed only in the Privodo-divided metallogenic zone and their formation is due to the superposition of layer-by-layer plicative disturbances that arose during transverse compression, longitudinal shear disturbances due to lateral squeezing.

Keywords: geosynclinal trough of the Caucasus, collisional processes and folding, lateral squeezing, layered and strike-slip movements, ore traps.

По схеме металлогенического районирования Горном Дагестане (ГД) выделены Северная и Южная металлогенические пояса [10]. Южный металлогенический пояс по этой схеме состоит из Самуро-Белореченской - СБМЗ (с северной стороны) и Приводораздельной - ПМЗ (к югу от первой) металлогенических зон. Рудные компоненты в обеих зонах представлены колчеданами. Однако до сих пор еще не выделены, обоснованы четкие геологически обоснованные критерии в геодинамике формирования этих зон, в которых в одном случае рудные объекты не представляют практической ценности из-за малых своих параметров, хотя их количество в ГД превышает 800 штук. В другой (ПМЗ) они крайне редки, но к ней приурочен единственный промышленного значения рудный объект-месторождение Кизил – Дереве. Хотя в разной степени и детальностью геологическое изучение рудных объектов ГД имеет долгую историю, до сих пор отсутствует концепция о геологической природе образования многочисленных, отличающихся друг от друга как по составу, так и по структурным, морфологическим особенностям рудных объектов Южного металлогенического пояса. Морфологические особенности рудных тел приуроченных к ПМЗ Южного металлогенического пояса ГД единственного промышлен-

ной значимости рудного объекта - месторождения Кизил-Дере, соотношение его рудных тел к складчатой структуре рудоносной зоны еще в период проведения геологоразведочных работ на месторождении разными исследователями рассматривали с диаметрально противоположных точек зрения. Господствующей же концепцией, на которой при проведении геологоразведочных и геологопоисковых работ обосновалась методика их проведения, являлось секущее положение рудных тел месторождения и рудных объектов к складчатым структурам их рудоносных зон. Автором в период проведения геологоразведочных работ [1,2] была установлена параллельность контактов сплошного массивного строения руд складчатой структуре рудоносной зоны. Судя по комплексу таких фактов, как огибание продолговатых обломков рудовмещающих пород рудными минералами (особенно пирритом, халькопиритом, сфалеритом-клеюфаном), полное отсутствие дробления, катаклазирования таких руд, параллельность полосчатости контактам и слоистости, полосчатость массивных руд обусловлена флюидальным течением рудных растворов при миграции гидротермальных растворов и осаждении в полостях отслаивания. При геологоразведочных работах на месторождении Кизил-Дере взаимоотношения полосчатости руд со слоистостью рудовмещающей толщи для увязки руд на разных горизонтах не учитывались. По этой причине рудные пересечения на разных горизонтах и которые относились к разным рудным телам залежей месторождения по падению были искусственно объединены (рис.1).



фон - защищенный в ГКЗ вариант; жирными черными линиями на фоне – предлагаемый автором вариант выпадения из гидротермальных растворов в осадок колчеданов в рудных ловушках- полостях раскрытия послойных перемещений в виде массивных сплошных масс.

Рис.1. Разные варианты увязок рудных пересечений разных горизонтов.
Разрез XXIV – крайний фланговый – северо – западный разрез Левобережной залежи:

Этому способствовала господствовавшая в тот период концепция о крутом секущем положении рудных тел месторождения в его рудоносной структуре и административный ресурс того периода, который не допускал иных взглядов на рудогенические процессы на месторождении Кизил-Дере, на иную морфологию его рудных тел залежей.

На этой концепции были обоснованы все геологоразведочные работы при оценке месторождения Кизил-Дере, огромный объем поисково - оценочных работ по всему ГД, на многих из которых и с применением тяжелых подземных горных выработок, подземного бурения, которые в итоге не дали положительных результатов. Другие концепции о строении рудных тел геологоразведочными работами не проверялись. В итоге оказалось, что «сплошность» рудных тел месторождения путем проходки горной выработки проверена только по простиранию Левобережной залежи, апо падению она осталась не изученной.

Проведенные в 2010-2012 годах поисково-оценочные работы в СБМЗ, обработка первичных материалов геологической документации ранее проведенных работ по фондовым материалам, анализ опубликованных материалов по геологии Армении, Грузии, Азербайджана, ГД, позволили выдвинуть новую концепцию отесной связи рудогенеза со складкообразовательными процессами, которые привели к образованию складчатого сооружения Большого Кавказа (БК). Считалось что Кавказ складчато-глыбового строения сооружение и такое строение обусловлено глубинными разломами, и в каждой из них (тектонической единице) складкообразование, рудогенические процессы происходили автономно, независимо друг от друга. На этой концепции было обосновано металлогеническое районирование.

Анализ размещения рудных объектов в металлогенических зонах, морфологические особенности складчатости в структурных единицах Кавказа позволяют констатировать что сам геосинклинальный прогиб Кавказа (ГПК), Малый и Большой Кавказ (МК, БК) Передний Кавказ, Закавказский срединный массив (ЗСМ), Аджаро-Триалетская (АТСЗ) и другие складчатые зоны представляют собой образовавшиеся в ГПК в полихронном режиме при разных фазах (стадиях) складкообразования из за неравномерного коллизионного сжатия ГПК тектонические единицы. Полихронность же в понимании автора подразумевает развитие процесса на определенной площади и последующий охват этим процессом примыкавших к ней площадей с дальнейшим продолжением развития (осложнения) процесса на ранее начавшихся процесс площадях, т.е. происходит отставание процессов к периклиналям.

Полихронный режим геологических процессов Кавказа, как считает автор настоящей статьи, обусловлен неравномерным по простиранию Кавказа коллизионным сжатием, который был обусловлен направленным к северу острием АП, напротив которого началось формирование сооружения ГПК и ней последовательно как поперек так и вдоль произошло образование современных тектонических единиц. Такой вариант развития геологических событий в результате «латерального выжимания» от области сильного сжатия в область меньшего сжатия (в т. ч. и при внедрении индентора - зубца). Теоретические вопросы этого вопроса детально рассмотрен в работах М.Л.Копп, А.В.Лукиянова, В.П.Уткина [7,8,9].

Отсутствие перекрытия мелководных биоморфных известняков глубоководными морскими терригенными отложениями, согласное их через галечнико – конгломератовые отложения налегание на размытых более древних глубоководных морских отложениях, омоложение карбонатных комплексов от Дзирульского массива к периклиналям позволили автору выдвинуть концепцию об образовании карбонатных комплексов в шельфовых частях окраинного моря по обе стороны в прибрежных полосах вытолкнутой выше уровня водного бассейна окраинного моря орогена. В 2019 году автором было показано, **что** «складчатость в карбонатных комплексах массива горы Шагдаг обусловлена их сдавливанием сжимающими усилиями, обусловленными образующими при образовании зон складчатых осложнений при формировании антиклинория Главного Кавказского Хребта» (АГКХ) [3]. Поэтому в юго-восточной части ГД

он возник после мелового периода. а на Центральном Кавказе судя по интенсивной складчатости до нижне каменноугольных мелководных известняков тоже согласно налегающих на более древние глубоководные отложения он возник в нижне каменноугольный период.

По предлагаемой схеме геологической истории рудогенеза первоначальное обогащение осадочных толщ (т. е. осадочная составляющая рудогенеза ВК) рудными компонентами происходило за счет рудных компонентов содержащихся в первичных интрузивах, которые внедрились в ГПК из за создавшейся вдоль его осевой части разреженной обстановки [4] из за его прогибания. Внедрение интрузивов происходило постепенно в северо-западном и юго-восточном направлениях от меридиана острия АП. Они спровоцировали постепенное разделение разреза ГПК на два структурных этажа, которые при продолжении коллизионного сжатия деформировались по разным механизмам. Это было обусловлено полихронным режимом формирования, когда вдоль осевой части ГПК в разных сегментах вдоль него одновременно с осадконакоплением происходили и орогенные процессы, когда продукты эрозии переносились и переотлагались в формирующихся осадочных комплексах. (Средние содержания рудных металлов в интрузивах сотни, тысячи раз превышают средние содержания в чисто терригенных осадочных комплексах).

При орогенических процессах под воздействием пневмотермальных полей в обогащенных рудными компонентами частях разреза зародились гидротермальные растворы. Они при миграции осаждались в разной «объемности» рудных ловушках, объемы которых определялась геодинамикой их формирования, которая на разных участках структурных сооружений проявлялась по различному. Это и обусловило формирование металлогенических зон с определенными типами оруденения. Это и предопределило развитие оруденения в различных металлогенических зонах, в которых образовались промышленной и непромышленной значимости рудные объекты.

Из-за ограниченности объема в данной статье геологическую историю образования современного Кавказа от формирования его ГПК и тектонических единиц в нем не рассматривается. Отметим что снятие напряженного состояния при обусловленным коллизионным сжатием прогибания ГПК и выталкиванием его центральной части ГПК кверху параллельно его крыльям. При этом в обоих крыльях южной половине ГПК выталкивание происходило путем образования больше амплитудных, чем в северной половине послонных перемещений, которые по ходу перемещений осложнены набегающими на фронтальные части складками. В северном борту ГПК снятие напряженного состояния при его прогибании происходило более интенсивно с более частыми осложнениями послонных перемещений сериями набегающих складок. Они в разрезе образовали вытягивающиеся вдоль Кавказачешуйчатые веера с фронтальной последовательностью их формирования. Это связано упорным воздействием прогибанию со стороны Скифской плиты (СП).

Обе рассматриваемые металлогенические зоны – ПМЗ и СБМЗ пространственно приурочены к северной половине ГПК и располагаются в северном боку БК. В пределах ПМЗ расположены единственный промышленный рудный объект месторождение Кизил-Дере, одно рудопроявление на дальнем его северо-западном фланге (рудопроявление Лавинное) и одно рудопроявление Туларчайское в верховье реки Мазачай в 35-40 км к юго-востоку от месторождения. Все рудопроявления приурочены к южному крылу Кизил-Деринской синформы, которая является переходной между северным бортом антиклинория Главного и южным крылом Антиклинорием Бокового Кавказского хребтов. Она откартирована при крупномасштабном картировании масштаба 1:25 000 в 1982 году А.И.Гусевым и протягивается к северо-западу и юго-востоку от месторождения. Автор настоящей статьи образование этой синформы связывает с формированием АГКХ путем выталкивания на завершающих стадиях (фазах) складкообразования БК при увеличении поперечного сжатия [6]. Такая же структура, таким же путем возникла

и с южной стороны формировавшегося в южном боку АГКХ (именуется Сперозо-Туфанской зоной на западе Азербайджана) [5]. К ней приурочены месторождение Филизчай и другие рудные объекты Азербайджана.

Как будет показано ниже, формирование АГКХ в Горном Дагестане происходило не только путем выталкивания при поперечном сжатии, но и путем пологого латерального выжимания к юго-востоку. Образование крупнообъемных рудных ловушек в обоих боках АГКХ (Филизчайское рудное поле в южном боку АГКХ, ПМЗ в северном) обусловлены наложением крутопадающих (в северном боку БК на юг, в южном на территории Азербайджана на север), возникших при **латеральном выжимании** сланцеватости серии контролируемых сланцеватостью пликативно-разрывных нарушений на раньше возникшие при поперечном сжатии полойные перемещения. В некоторых случаях это приводило к образованию полостей отслаивания и, тем самым, резкому увеличению «**местимости**» образующихся рудных ловушек. Прямым доказательством возникновения сланцеватости при латеральном выжимании является совпадение направления пластического течения пород со сланцеватостью. Явление пластического течения пород в пределах месторождения Кизил - Дерев (скважины 282, 226 и 282), вблизи устья штольни 4, в балках Лавинная и Снежная впервые был отмечен А.И.Гусевым (см.рис.2). Отрывочные данные по таким явлениям имеются и по месторождению Филизчай на территории Республики Азербайджан в южном боку БК. Аналогичные, характерные для полойного течения факты были отмечены и при первичной геологической документации керна разведочных скважин месторождения Кизил-Дерев зависимости от квалификации документаторов керна. Однако специальные работы по выяснению геологической природы пластического течения пород при производстве разведочных работ на месторождении не проводились и его роль в процессах рудогенеза до настоящего времени остается не раскрытой.



Рис.2. Пластическое течение пород. 1- истинная, 2- ложная параллельная сланцеватости слоистость (фото из отчета А.И.Гусева «Крупномасштабное картирование масштаба 1:25000 в Хнов-Борчинском рудном поле. 1982г»).

Судя по взаимной перпендикулярности слоистости истинной слоистости керна из ядерной части сильно сжатой синклинали. При пластическом течении пород, которое заключалось в выдавливании кверху вдоль ядерной части синклинали образовались совпадающие со сланцеватостью толщиной толщиной меньше сантиметра (темные полоски на фото) пластинки, образуя ступенчатые структуры. При этом пластины с северной стороны относительно пластин с юга на 1 см, что четко определяется высотой ступенек между истинной слоистостью, которая через растаскивание по сланцеватости переходит на следующую ступеньку.

Последующими работами было показано, что сланцеватость пород характерно только для ядерной части Кизил-Деринской синформы. Совпадение пластического течения пород с элементами залегания сланцеватости – явный признак обусловленности сланцеватости этим течением. Пластическое течение пород, латеральное их выжимание, по мнению автора настоящей статьи, были обусловлены превышением поперечного сжатия ГПК напротив острия АП,

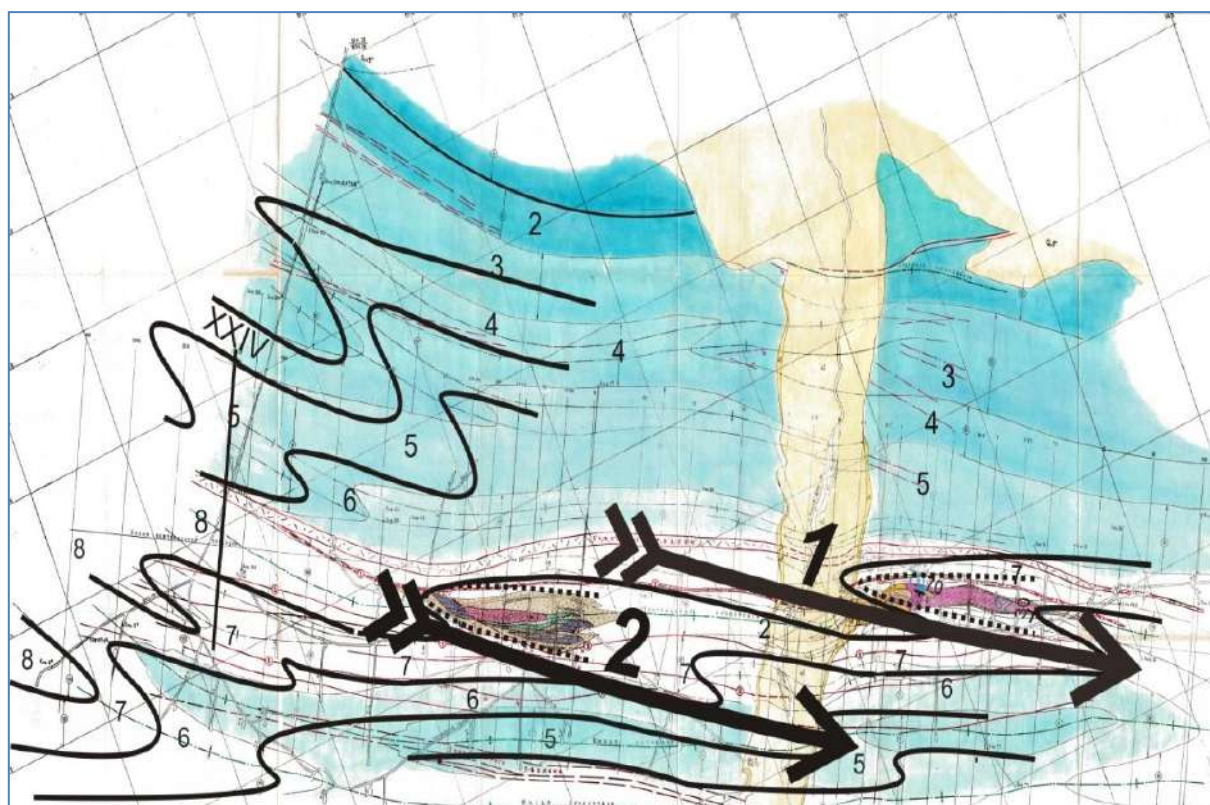
напротив которого начались орогенические процессы чем в стороны от него и которые постепенно увеличивались в этих направлениях по мере постепенного дрейфа Аравийской плиты к северу. Судя по ориентировке штрихов, борозд скольжений по контролируемым сланцеватостью сдвиговым нарушениям на Восточном Кавказе латеральное выжимание, выталкивание при формировании АГКХ происходило полого вверх к юго-востоку до геодинамического убежища, который располагается на меридиане горы Базардюзю. Вследствие этого среднеюрские отложения на его вершине гипсометрически оказались намного выше чем меловые отложения горы Шахдаг напротив него при отсутствии разлома между ними.

Сланцеватость и совпадающие с ее простиранием сдвиговые перемещения на ВК формировались в завершающие фазы складкообразования БК и они порождены латеральным выжиманием АГКХ к юго-востоку, который образовался не только путем выталкивания кверху при коллизионном прогибании ГПК, но и неравномерного поперечном плане при формировании АБКХ выжимания (тектонического, пластического течения пород) из области сильного сжатия в область меньшего сжатия, которое было обусловлено полихронным режимом геологического развития всех событий на Кавказе. Явления пластического течения пород обусловлены происходившим латеральным выжиманием (выдавливанием, латеральной экструзией) происходившие при формировании АГКХ и они обусловлены постепенным уменьшением поперечной сжатости от северо-запада к юго-востоку.

Судя по ориентировке зафиксированных еще при первичной геологической документации разведочных горных выработок месторождения Кизил-Дере приуроченных к плоскостям рассланцовки штрихов, борозд скольжения, выталкивание или латеральная экструзия при формировании АГКХ на ВК происходила в юго-восточном направлении полого кверху. Однако геологическая природа таких тектонических элементов в тот период, как указано выше, осталась не выясненной, а точнее не изученной.

Следы латерального перемещения пород были отмечены и при первичной геологической документации горных выработок в виде пологих развитых по плоскостям сланцеватости штрихов, борозд скольжения по обоим поверхностям тонких тектонических пластин, которые образовали типа слоеного пирога пакеты мощностью до первых сантиметров. Поэтому суммарное расстояние перемещения по таким зонам Штрихи, борозды скольжения на составляющих пакеты пластинках параллельны друг другу. Это показывает на дифференцированное развитие «латерального выжимания» тектонических пластин при формировании АГКХ необходимо оценить в десятки метров. Имеющее место набегание юго-западного бока тектонических пластин на северо-восточный путем в ядерной части Кизи-Деринской синформы приводило к образованию аксоноклинальных структур и это показывают на торможение горизонтального выжимания по фронтальным частям выталкиваемой пластины (пластин) и набегание на эти части с юго-запада тыловых частей выжатых пластин. Вдоль ядерной части Кизил-Деринской синформы при латеральном выжимании образовались аксоноклинали с крутыми шарнирами, при котором слоистость «переориентировалась» поперек общекавказского направления. Анализ таких структур на площади месторождения Кизил-Дере (рис.3) позволяет предположить, что горизонтальное выжимание происходило в юго-восточном направлении в виде крутых наклоненных к юго - востоку пластин толщиной в первые десятки метров и возникшая при стрессовом-метаморфизме анизотропия использовалась для микросдвигов (то не складки скалывания за счет которых исходя из фиксированных позиций формируются складчатость), в результате чего сформировалась сланцеватость и что сами пластины возникли в разные фазы (а не этапы) складкообразования от юго-востока к северо-западу. Доказательством этому является и более северное расположение Правобережной залежи месторождения относительно литологических пачек (смотрите рис.3). На нем цифрами 1 и 2 отмечены предполагаемые границы горизонтально выжатых к юго-востоку совпадающих со сланцеватостью блоков - пластин, вдоль кото-

рых выжимание происходило более интенсивно. К этим участкам приурочены вышеуказанные слоеного типа пакеты из более тонких пластин, что показывает на горизонтальное выжимание пластинчатого блока дифференцированно, скачками. Между ними рудовмещающая толща по данным первичной геологической документации просто рассланцована. Толщина такого блока (пластины) между рудными залежами месторождения порядка 130 -150 м. Верхняя граница рудных залежей месторождения по вертикали ограничиваются первой от ядерной части ступенью складчатого осложнения южного крыла Кизил-Деринской синформы. По предварительным данным это связано с затуханием продольного выжимания этого сегмента (части крыла синклинали) с послынными перемещениями за пределами сегмента первой ступени складчатого осложнения. Это при несовпадении простираний слоистости и сланцеватости спровоцировало расширение, раскрытие первоначальных пликативных послынных нарушений в первой ступени складчатого осложнения крыл синклинали. В образовавшихся на таких участках рудных ловушках из гидротермальных растворов при их миграции в осадок выпадали сплошные массивного строения колчеданы. Это и является основной причиной промышленной ценности рудных объектов в ПМЗ, при котором рудные объекты в ней с крупными промышленного значения запасами. Поэтому выявление таких структур с поперечным общекавказскому направлению слоистостью пород, при производстве полевых работ приобретает важное значение для оценки обнаруженных рудных объектов в рудоносной структуре месторождения. Однако в период геологоразведочных, съемочных работ на месторождении и рудном районе явления горизонтального выжимания, роль в образовании рудных ловушек абсолютно не рассматривались.



3-8 - № № литологических пачек; 2. 1 - 2- последовательно образовавшиеся при латеральном выжимании к юго-востоку совпадающие со сланцеватостью тектонические пластины. Стрелками показаны юго-западные границы тектонических пластин. Прерывистой линией в северо-восточном боку зоны сдвигов – 1 - Правобережная, 2 - Левобережная залежи месторождения Кизил-Дере; XXIV- линия разреза с фотографией на рисунке 1.

Рис.3. Латеральное выжимание тектонических пластин в рудном поле месторождения Кизил-Дере к юго-востоку (горизонт штолен 3-4).

Нижняя граница массивных рудных тел ограничивалась ядерной частью синформы и это обусловлено затуханием раскрытия, приоткрывания книзу послонных перемещений при наложении на ядерную часть синформы процесса латерального выжимания. Северо-западная граница рудных залежей в плане начинается с участка начала образования аксоноклиналей и в юго-восточном направлении этот процесс к юго-востоку переходит в образование сдвигов. В целом же рудные залежи месторождения в плане приурочены к участкам не совпадения простираний слоистости и сланцеватости (сланцеватость в рудном поле месторождения с региональным южным падением и по данным кернометрических исследований, данным первичной геологической документации горных выработок, точек наблюдений при съемочных и поисковых работах) является сланцеватостью осевой поверхности. Это позволило по пространственным соотношениям сланцеватости и слоистости детально расшифровать структурное строение рудоносной зоны месторождения по данным первичной геологической документации керна. При этом верность таких построений проверялась выделенным автором в пределах рудоносной зоны Левобережной залежи месторождения маркирующим горизонтом из обломков синезеленых водорослей, которые морскими течениями в период осадконакопления по данным В.Н.Холодова (ГИН) были разнесены на большой площади. Для проверки верности восстановления структурного строения рудоносной зоны по указанной методике был заново просмотрен в тот период еще хранившийся в тот период керн ранее пробуренных скважин, где этот горизонт при первичной геологической документации не был зафиксирован. При «ревизии» ранее пробуренного в начале разведочных работ этом горизонт не был зафиксирован, он был обнаружен и в рудоносной зоне Правобережной залежи, а также по керну скважин Левобережной залежи на ожидаемых глубинах как по простиранию, так и по падению (редко с переходом через рудоносную зону в другой бок рудоносной зоны) с довольно большой точностью (до десяти метров).

Как указано выше, латеральное выжимание пород, которая обусловила рассланцевание пород икогда она по простиранию не совпадала с простиранием слоистости, по мнению автора, приводило к раскрытию послонных перемещений, которые возникали при поперечном сжатии с некоторым опережением латерального выжимания. В этих частях при миграции рудных растворов выпадали в осадок массивного строения колчеданы. Образование прожилковых, вкрапленных руд контролировалось системой обусловленной сланцеватостью пликвативно-разрывной сетью нарушений. Гидротермальные растворы к рудным ловушкам месторождения Кизил-Дере (к ПМЗ), в отличие от СБМЗ, куда они подводились по контролируемым послонными перемещениями тектоническим нарушениям, перехватывались контролируемыми падающей на юг сланцеватостью нарушениями, которые возникли на завершающих стадиях (фазах) складкообразования БК - формировании АГКХ вдоль ядерной части Кизил-Деринской синформы. Из за не проявления в СБМЗ явлений латерального выжимания пород в ней раскрытие послонных перемещений не происходило. Поэтому рудные ловушки здесь малообъемны, а образовавшиеся в ней рудные объекты практической ценности не представляют. По такой же геодинамической модели происходило рудообразование и в южном боку БК с такой лишь разницей, что подвод рудных растворов к рудным залежам месторождения Филизчай происходил падающим к северу сланцеватостью контролируемые структурами вдоль осевой части.

В ПМЗ, в пределах которой расположено месторождение Кизил-Дере, сплошные массивного строения колчеданные руды из гидротермальных растворов осаждались в рудных ловушках - полостях отслаивания, раскрытия, которые возникли при латеральном выжимании. Однако выделение рудных тел, которая была проведена по минимальным кондиционно допустимым содержаниям полезных рудных металлов, не отражало ни путей миграции гидротермальных растворов, ни соотношений сплошного колчеданного состава участков с участками, где содержание колчеданов имели минимальные, но максимальные содержания полезных компонентов.

Такая методика построения разрезов не отражала геологическую природу рудогенических процессов, образование большой мощности массивного строения колчеданов, в целом формирование месторождения. При геологоразведочных работах на месторождении Кизил-Дере при увязке рудных пересечений на различных горизонтах не учитывалась характерная для массивных сплошного колчеданного состава руд, обусловленная флюидальным течением гидротермальных растворов полосчатости, которая как оказалась, параллельна контактам массивных руд со вмещающей толщей. Полосчатость же массивных руд в мелких нюансах повторяет слоистость как на месторождении Кизил-Дере, так и на месторождении Филизчай. При этом рудовмещающая толща в приконтактных зонах и сами руды не катаклазированы. В результате этого массивные руды на различных горизонтах искусственно оказались объединенными в единые тела. Это неверно отражало рудогенические процессы формирования месторождения, по методике проведения которого проводились и оценочные работы рудных объектов рудного района (районов) ГД. Это подтверждает осаждение колчеданов в полостях отслаивания, а прожилково-вкрапленные руды часто в обоих боках массивных руд – по системами контролируемых сланцеватостью, редко слоистостью системами дизплективных нарушений.

Проверка верности увязки рудных пересечений по падению на разных горизонтах путем бурения специальных скважин между разными горизонтами предполагаемых одних и тех же рудных тел от одного горизонта до другого при производстве геологоразведочных работ на месторождении не проведена. Бесперебойность же сплошного колчеданного состава рудных пересечений по вертикали между смежными пересечениями осталась не проверенной кроме как по простиранию один раз на горизонте штольни № 4. Ниже на рисунке 1 приведены варианты увязок рудных пересечений по защищенному в ГКЗ СССР варианту и в варианте с учетом ориентировки полосчатости массивных руд как к слоистости, так и к сланцеватости. Как видно из второго варианта увязки, пересеченные скважинами массивные колчеданные руды в разрезе конформно повторяя в мелких нюансах слоистость четко вписываются в складчатую структуру рудоносной зоны месторождения. Складчатость же рудоносной зоны месторождения четко дешифровывается по пространственным взаимоотношениям слоистости и сланцеватости. Последняя как по поверхностным исследованиям, так и по многочисленным кернометрическим исследованиям является сланцеватостью осевой плоскости и на всем протяжении Кизил-Деринской синформы развита только вдоль ее ядерной части, имеет региональное южное падение.

Учитывая все вышеизложенное, автор для увеличения минерально-сырьевой базы месторождения Кизил-Дере и на его основе создания горнорудной промышленности в Южном Дагестане предлагает возобновить проведение геологоразведочных работ по оценке только приуроченных к ПМЗ рудных объектов. Эти работы начать в верховьях реки Мазачай с оценки перспектив рудопроявления Туларчай путем бурения скважины (скважин). Выбор этого рудопроявления обусловлен тем, что к нему после строительства дороги взрывным способом длиной порядка 100 метров есть возможность подъезда для бурения. Остальные работы по строительству подъездных дорог можно провести бульдозером путем чистки и расширения существующей, но отсутствовавшей в период проведения геологических работ в районе. Эта дорога была построена для строительства водопровода в районный центр (селение Ахты).

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

Литература

1. Гусейханов С.М. Структурные условия локализации медно-пирротинового месторождения Кизил-Дере. // Труды ИГ Даг ФАН СССР, 1982г, вып.25
2. Гусейханов С.М. Структура рудного поля месторождения Кизил-Дере и условия локализации рудных тел. // Труды ИГ Даг. ФАН СССР, 1984г. вып.29,

3. Гусейханов С.М. Геодинамическая модель формирования массива горы Шахдаг и связанные с ней вопросы рудогенеза // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН, 2019г, вып. 2 (77), С. 4-44.
4. Гусейханов С.М. Большой Кавказ и рудогенические процессы. // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН, 2021г, вып.1 (84), стр.16-31
5. Гусейханов С.М. Большой Кавказ в системе Кавказа и рудогенические процессы // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН, 2021г, вып.1 (84), стр.16-31.
6. Гусейханов С.М. О геологической природе Приводораздельной и Самуро-Бело-реченской металлогенических зон (на примере Горного Дагестана). // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН, 2022 г, вып.1 (88),стр. 4-15
7. Копп М. Л. Структуры латерального выжимания в Альпийско-Гималайском коллизионном поясе. // Труды ГИН, вып. 506. М. НАУЧНЫЙ МИР ,1997г, 307 стр.
8. Лукьянов А.В. Пластические деформации и тектоническое течение в литосфере. // Москва, «Наука. 1991 г, 144 стр.
9. Уткин В.П. Сдвиговые дислокации и методика их изучения. // «Наука», Москва 1980 г. 248 стр.
10. Савин С.В. Геологическое строение Приводораздельной металлогенической зоны Большого Кавказа. // ГРМ. 1978. № 6. стр. 13-23

УДК: 551.2

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-92-1-14-19

СОСТОЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И БАЗЫ ДАННЫХ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

*Сулейманов В.К., Мамаев А.С., Ахмедов А.С.
Институт геологии ДФИЦ РАН*

Отмечены важность и необходимость систематизации, обработки и хранения информации по ЭГП для оценки состояния и прогнозирования их развития. Дана краткая характеристика распространению и развитию ЭГП на территории Республики Дагестан. Охарактеризована существующая государственная наблюдательная сеть и система мониторинга ЭГП в республике. Отмечена необходимость воссоздания специализированной организации по мониторингу геологической среды и, в т.ч. ЭГП, для продолжения наблюдений за их развитием и информирования органов власти для предупреждения ЧС.

Ключевые слова: база данных, информация, опасные экзогенные геологические процессы, мониторинг, состояние недр, Дагестан.

THE STATE OF THE INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM AND THE DATABASE OF EXOGENOUS GEOLOGICAL PROCESSES IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN

*Suleimanov V.K., Mamaev A.S., Akhmedov A.S.
IG, DFRC RAS*

The importance and necessity of systematization, processing and storage of information on EGP for assessing the state and forecasting their development are noted. A brief description of the spread and development of EGP on the territory of the Republic of Dagestan is given. The existing EGP monitoring system in the republic is illustrated and the state monitoring network is characterized. It is noted that it is necessary to recreate a specialized organization for monitoring the geological environment and, including EGP, to continue monitoring their development and informing authorities to prevent emergencies.

Keywords: database, information, dangerous exogenous geological processes, monitoring, subsurface conditions, Dagestan.

В современном обществе информация играет стратегическую роль. Объемы информации, подлежащие систематизации, обработке и хранению также быстро растут. Это относится и к геологической информации, в т. ч. и к информации по экзогенным геологическим процессам (ЭГП). Эта информация отличается значительной разнородностью и отрывочностью, поэтому, систематизация и обработка данных является важным этапом в создании информационно-аналитической базы по ЭГП. Он предполагает организацию данных в виде удобном для работы, хранения и последующего обращения к ней, облегчения доступа к данным, упрощения и расширения возможностей поиска.

Дагестан сложный в инженерно-геологическом отношении регион, в том числе и по развитию опасных геологических процессов, где имеется комплекс факторов, благоприятствующих их развитию и формированию. Это связано с геолого-тектоническим строением, рельефом, приуроченностью к различным высотно-климатическим зонам и техногенной нагрузкой на освоенных территориях. Горная часть республики характеризуется наибольшей интенсивностью развития ЭГП.

Экзогенные геологические процессы – это совокупность процессов, обусловленные внешними силами по отношению к поверхности Земли. Развитие и активизация ЭГП приводят к изменениям не только геологической, но и среды обитания и, в этой связи, создание баз дан-

ных для изучения причин и особенностей развития экзогенных процессов, организации дальнейших исследований и представления сведений для принятия решений становится актуальной задачей. Особую актуальность созданию такой базы данных ЭГП придает и то обстоятельство, что в республике принят курс на возрождение горных районов, где опасные геологические процессы имеют широкое распространение.

Распространение и развитие ЭГП на территории республики Дагестан, как отмечено выше, определяется факторами природного и природно-техногенного характера. Изучению ЭГП, в особенности оползневых, на территории Дагестан посвящено немало научных статей, в т. ч. и сотрудниками ИГ ДФИЦ РАН [1-7]. В статьях дается анализ оползневой деятельности, причины активизации, особенностей развития и оценка масштабов распространения оползневых процессов на территории Дагестана, а также проработана теория моделирования таких процессов. Отмечается, что ЭГП на территории Дагестана имеют широкое развитие и представлены различным генетическим спектром: гравитационный, гидродинамический, аэродинамический, криогенно-гидродинамический. Закономерности территориального распределения генетических групп экзогенных геологических процессов предопределены вертикальной поясностью рельефа, а интенсивность их проявления – геологическими и структурно-тектоническими условиями.

Экзогенные геологические процессы наносят ущерб объектам экономики, существенно затрудняют освоение и эксплуатацию объектов и территорий, в значительной мере усложняют и обостряют экологические проблемы региона, выводят из оборота сельскохозяйственные земли, разрушают транспортные артерии, гидротехнические и ирригационные объекты, жилой фонд.

Наибольшие материальные и социальные потери от воздействия ЭГП в Дагестане связаны с эрозионно-селевыми и оползневыми явлениями, а также с размывом и разрушением морских берегов.

Исходя из этого, с учетом высокого риска возникновения чрезвычайных ситуаций от воздействия ЭГП на объекты экономики и представляемой угрозы населению, ведение мониторинговых наблюдений за ЭГП становится весьма актуальной задачей.

С этой целью для оценки состояния геологической среды и прогноза ее изменений под влиянием природных и техногенных факторов осуществляется государственный мониторинг состояния недр (ГМСН), который представляет собой систему регулярных (ежегодных) наблюдений, сбора, накопления, обработки, анализа и обобщения информации. Работы по ГМСН, включая опасные ЭГП, на территории республики Дагестан начались с 2001 г. и выполнял их ГУП РЦ «Дагестан геомониторинг». Для этой цели была создана государственная опорная наблюдательная сеть (ГОНС), включающая мониторинговые наблюдения за количественными показателями динамики абразионного процесса в береговой зоне Каспийского моря, геодинамики берегов водохранилищ каскада Сулакских ГЭС, оползневого процесса на оползневых массивах водохранилищ, объектах транспортных коммуникаций федерального значения и в селитебной зоне г. Махачкала.

Наблюдательная сеть для мониторинга экзогенных геологических процессов (МЭГП) в 2004г. состояла из: 5 участков в береговой зоне Каспийского моря, 2 участка – в Горном Дагестане и 3 поста по изучению процесса подтопления. Для инструментальной оценки количественных показателей ЭГП в составе участков системы МЭГП были оборудованы 8 пунктов по изучению процессов переработки и размыва береговой зоны Каспийского моря (размыв, абразия, аккумуляция) на типичных интервалах побережья; 10 пунктов слежения за оползневым процессом на берегах водохранилищ Сулакского каскада ГЭС; 2 пункта изучения оползневого процесса на склонах горы Тарки-Тау в г. Махачкала и 3 поста по изучению процессов подтопления[8].

В процессе ГМСН опорная наблюдательная сеть расширялась и к 2015г. для организации государственного мониторинга ЭГП на территории республики были выделены следующие объекты экономики, на которые могут и оказывают катастрофическое воздействие опасные геологические процессы (ОГП):

- Сулакский каскад гидроэлектростанций;
- магистральный нефтепровод (МН) «Грозный - Баку»;
- магистральный газопровод (МГ) «Моздок-Казимагомед»;
- Северо-Кавказская железная дорога;
- федеральная автодорога «Кавказ»;
- г. Махачкала;
- населенные пункты и автодороги республиканского и федерального значения.

Действующая государственная опорная наблюдательная сеть по ведению мониторинга ЭГП ориентировалась на изучение оползневых, обвальных и суффозионных процессов.

С учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) от воздействия ЭГП на хозяйственные объекты и представляемой угрозы населению ежегодные детальные наблюдения проводились:

- на оползневых массивах в береговой зоне водохранилищ Сулакского каскада ГЭС - Сулакская площадь обследования, где расположены 9 оползневых массивов, участки наблюдения оборудованы грунтовыми реперами;

- на оползневых склонах горы Тарки-Тау - Махачкалинская площадь обследования.

Для оценки активности ЭГП на 11 оползневых участках Мискинджи, Дарваг, Буйнакск, Унцукуль, Аракани, Датуна, Ратлуб, Эчеда, Хвайни, Уркарах и Дылым один раз в год проводились инженерно-геологическое обследование масштаба 1:25000.

Для оценки пораженности территории и прогнозирования активности ЭГП в пределах Предгорной, Среднегорной, Высокогорной и Приморско-Дагестанской инженерно-геологических областей ежегодно проводились плановое маршрутное инженерно-геологическое обследование масштаба 1:200000 по долинам рек Самур, Сулак, Гюльгерычай, Казикумухское Койсу, Кара-Койсу, Аварское Койсу и Андийское Койсу в процессе которого проводилось картирование всех типов ЭГП: линейных, площадных, активных, неактивных и вновь образовавшихся форм[9].

Имеющаяся государственная сеть для наблюдений за экзогенными геологическими процессами практически обеспечивала территорию горной части Республики Дагестан, и позволяла дать ежегодную оценку современного состояния и подготовить прогнозы активности экзогенных геологических процессов, выполнить анализ и выявить особенности их развития и активности, обусловленные естественными и техногенными факторами с прогнозом тенденций интенсивности и масштабов их проявления по результатам которых выпускался «Информационный бюллетень о состоянии недр территории Республики Дагестан», который являлся официальным документом, предназначенным для обеспечения органов государственной власти Республики Дагестан и других органов власти РФ объективной информацией о состоянии геологической среды.

На рисунке 1 приводится карта-схема наблюдательной сети, действовавшей на территории республики Дагестан по состоянию на 01.01.2015г., составленной ООО «Даггеомониторинг».

Общее количество наблюдательных участков ГОНС ЭГП на территории Горной части Республики Дагестан для ежегодной оценки современного состояния и прогноза активности ЭГП на регулярной основе в 2015 году составило 70[8].

На основе полученных данных создавалась база данных по ЭГП по республике, которая хранилась в ГУП РЦ «Дгестангеомониторинг» и направлялась также в Южный региональный центр ФГБУ «Гидроспецгеология». На основе этих данных выпускались ежегодные информационные бюллетени о состоянии недр на территории Республики Дагестан, которые являлись официальными информационно-аналитическими документами, предназначенными для обеспечения органов государственной власти, предприятий, организаций и населения республики объективной информацией о состоянии и динамике развития ЭГП.

С 2015г центр ликвидирован. Последний информационный бюллетень ГМСН по РД выпущен за 2015г. Активность ЭГП в 2015г было зафиксировано в 3-х инженерно-геологических областях: Предгорной, Среднегорной и Высокогорной. При этом более 50% зарегистрированных активных ЭГП в 2015г., приурочены к участкам техногенного воздействия на геологическую среду, где идет интенсивное освоение территории, связанное со строительством жилых домов, хозяйственных объектов ЛЭП, автодорог, газопроводов, водопроводов.

Оправдываемость прогноза в целом, за 2015г по ЭГП на территории республики оценивалась как хорошая по обвально-осыпным процессам и удовлетворительная по оползневым процессам.

Для ведения базы данных по мониторингу ЭГП использовалась информационно-аналитическая система «ИАС ГМСН ЭГП».

Информационные ресурсы ГУП РЦ «Дагестангеомониторинг» позволяли в большинстве случаев обеспечить необходимой информацией по ЭГП на территориальном и местном уровне органы исполнительной власти РД. Информационная деятельность территориального центра по ведению мониторинга ЭГП осуществлялась в соответствии с регламентом по подготовке информационной продукции.

В настоящее время в республике нет специализированной государственной организации, занимающейся на регулярной основе мониторингом ЭГП, накоплением базы данных их анализу и прогнозу. Мониторинг ЭГП по республике в рамках общего мониторинга геологической среды по ЮФО и СКФО проводит Южный региональный центр ФГБУ «Гидроспецгеология», специалисты которого, возможно в год один раз, приезжают в республику для оценки ЭГП. По данным этого центра в 2021г на территории Республики Дагестан наблюдалась средняя активность оползневых процессов.

Следствием отсутствия специализированной организации ГМСН стало невозможность оперативного выезда специалистов в экстренных случаях на участки резкой активизации опасных ЭГП для обследования и оценки угрозы возникновения ЧС и принятия управленческих решений.

В рамках НИР специалисты института геологии ДФИЦ РАН занимаются изучением ЭГП, происходящих в республике. Эти исследования не носят мониторинговый характер, а направлены на изучение фундаментальных свойств и глубинного понимания сущности происходящих процессов.

В многолетнем разрезе отмечается тенденция к росту числа ЭГП. Отмеченное обстоятельство указывает на важность и актуальность изучения и прогнозирования опасных геологических процессов.

Созданию информационно-аналитической базы ЭГП придает актуальность и то обстоятельство, что в республике принят курс на возрождение горных районов, где опасные геологические процессы имеют широкое распространение.

Основным фактором активизации ЭГП на территории Республики остается метеорологический, в большинстве случаев интенсивность и форма выпадения осадков определила масштаб активизации.

Мониторинг опасных экзогенных геологических процессов предназначен для выявления, учета, оценки состояния и прогнозирования развития опасных ЭГП и является частью функциональной системы мониторинга состояния недр, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Основными информационными материалами мониторинга опасных ЭГП являются прогнозы их развития и карты районирования территорий по степени активизации процессов. Отсутствие в республике специализированной организации по ведению такого мониторинга, несмотря на очевидную значимость и необходимость, сказывается на оперативном информировании и подготовке необходимого справочного материала для органов власти республики и соответственно на качестве принимаемых управленческих решений.

Необходимо восстановить структуру ГМСН и продолжить наблюдения за развитием ЭГП на территории республики по имеющимся наблюдательным пунктам, начать установку электронного современного оборудования по оценке динамики ЭГП, расширить возможности использования «ИАС ГМСН ЭГП» и ГИС технологий.

Эксплуатация «ИАС ГМСН ЭГП» позволяет сократить сроки учета проявлений ЭГП, подготовки регламентных и отчетных документов, таблиц для построения актуализированных дежурных карт и унифицировать структуру, содержание, форматы и формы хранения, накопления и представления данных.

Геоинформационные технологии в совокупности с инструментами геостатистики обеспечивают изучение динамики геосистем в изменяющихся условиях различного характера.

В целом наращивание информационной базы в перспективе важно для повышения достоверности сезонных и годовых прогнозов развития опасных экзогенных геологических процессов в регионе и ведение мониторинга ЭГП необходимо продолжать и развивать, используя новые современные способы получения информации.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808491-6-1.5.6.

Литература

1. Шамурзаева Д.А. История изучения и основные особенности развития оползневого процесса на территории Республики Дагестан. Разведка и охрана недр 2012. №10, с. 10-14.
2. Разумов В.В, Богданов М.И., Богданова Н.Д., Разумова Н.В., Гусейнова Н.О. Оценка масштабов распространения и опасности активизации оползневых процессов в Дагестане. Юг России: экология, развитие. 2019. Т.14 №4 с. 56-77.
3. Шихрагимов И.М. Об экзогенных геологических процессах на территории Дагестана. Мониторинг. Наука и технологии. 2013, №4 с. 42-52.
4. Мамаев С.А., Сулейманов В.К., Мамаев А.С. Современное применение ГИС-технологий при мониторинге экзогенных процессов в Республике Дагестан. Труды института геологии ДНЦ РАН. 2020. №4. С. 90-99.
5. Мамаев С.А., Юсупов А.Р., Идрисов И.А., Ибаев Ж.Г., Мамаев А.С., Сулейманов В.К. Опасные геологические процессы в Дагестане и перспективы их изучения. Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. 2020. № 6 (49). С. 25-30
6. Идрисов И.А., Сулейманов В.К., Черкашин В.И. Опасные геологические (природные) процессы в районе г. Дербент (причина и следствие). Труды института геологии ДНЦ РАН. 2020. №4. С. 90-99.
7. Сулейманов В.К., Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Алимагомедов А.А., Ахмедов А.М. Некоторые особенности экзогенных геологических процессов, протекающих у с. Ташкапур Левашинского района Республики Дагестан. Труды института геологии ДНЦ РАН. 2022. №3 (90). С. 47-52.
8. Информационный бюллетень о состоянии недр территории Республики Дагестан за 2004 г. Махачкала. 2005. Вып. 8. 187 с.
9. Информационный бюллетень о состоянии недр территории Республики Дагестан за 2015 г. Махачкала. 2015. Вып. 18. 195 с.

УДК 550.42; 553.2

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-92-1-20-24

МЕТОД ОСКОЛКОВОЙ РАДИОГРАФИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАДИОИЗОТОПОВ НА РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ НА ПРИМЕРЕ МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КИЗИЛ-ДЕРЕ, ДАГЕСТАН

Айтеков М.-П.Б.

Институт геологии ДФИЦ РАН, г. Махачкала

В работе предложен метод осколковой радиографии в решении некоторых задач при радиогеохимическом изучении руд и вмещающих пород на примере медноколчеданного месторождения Кизил-Дере в Южном Дагестане.

Ключевые слова: осколковая радиография, радиоактивные элементы, уран, торий, облучение, треки, микрорадиография, нейтронный поток.

FRAGMENT RADIOGRAPHY METHOD IN THE STUDY OF RADIOISOTOPES AT ORE DEPOSITS ON THE EXAMPLE OF THE KIZIL-DERE COPPER FURNACE DEPOSIT, DAGESTAN

Ajtekov M.-P.B.

Institute of Geology DFRC RAS, Makhachkala

In the paper the method of shatter radiography is offered for solution of some problems in radiogeochemical investigations of ores and surrounding rocks by the example of Kizil-Dere copper-pyrite deposit in South Dagestan.

Key words: fragment radiography, radioactive elements, uranium, thorium, irradiation, tracks, microradiography, neutron flux.

Введение. Химические, люминесцентные, радиографические методы определения урана дают представление об усредненном значении содержания этого элемента в исследуемых образцах пород и минералов. Метод осколковой радиографии (метод треков, f-радиография), разработанный И.Г. Берзиной и др. [1], предназначен для решения широкого круга геологических задач. Метод позволяет определять общую и локальную концентрацию урана и тория, выявлять их пространственное распределение в породах, рудах, минералах. Наиболее приемлемыми приложениями метода являются радиогеоэкологические исследования в целях контроля состояния окружающей среды, выявление возможных георисков радионуклидного заражения местности вследствие разработки геологических объектов с высоким содержанием и пространственным распределением радиоактивных элементов. Метод треков используется также для решения вопросов генетического характера на месторождениях цветных и черных металлов.

Материалы и методы

Начальным этапом при реализации метода осколковой радиографии является подготовка проб к анализу, затем облучение их нейтронным потоком.

Исследуемый образец в виде шлифа без покровного стекла, предварительно обработанный спиртом для снятия внешних загрязнений, покрывают детектором для регистрации осколков деления ядер радиоактивных элементов. В качестве детектора используется пленка лавсана, которая фиксируется на шлифе с помощью клея. Приготовленные таким образом шлифы складывают в столбик в количестве 21 образца и трёх эталонов урана, в сравнении с которыми и определяется содержание элементов в пробах. Столбик скрепляют лейкопластырем, помещают в специальный блок-контейнер и отправляют на облучение нейтронным потоком. Облучение проводилось в тепловом канале исследовательского ядерного реактора ВВР-К Института ядерной физики Республики Казахстан. Интегральный поток составлял $1-2 \cdot 10^{15}$ нейтрон/см².

После облучения исследуемый материал хранится несколько недель для естественного спада наведенной радиоактивности. Затем, прежде чем отделить детектор (лавсан) от шлифа, победитовым резцом на поверхности лавсана и шлифа ставятся реперные точки для совмещения рассматриваемого участка на шлифе с соответствующим ему участком на лавсане в одно поле зрения микроскопа. После чего лавсан отделяется от шлифа, обрабатывается 40% -ным раствором щёлочи КОН в течение 20-40 минут при температуре +60°C с последующим промыванием водой и высушиванием. Для изучения выбранного поля прозрачного шлифа и соответствующего ему детектора был использован микроскоп сравнения с двумя предметными столиками типа МС-51. На одном столике размещают шлиф, на другом – соответствующий ему детектор. Микроскоп с двумя предметными столиками позволяет одновременно рассматривать и фотографировать отдельные фрагменты исследуемых шлифов и соответствующие им осколкографии (лавсаны). Изучаемые поля зрения обоих предметных столиков в окуляре микроскопа совмещаются в одно изображение (Рис.1, Рис.2). Наряду с выявлением пространственного распределения урана в породах, минералах и рудах метод позволяет путём подсчёта плотности треков и использования соответствующих формул определять общую и локальную концентрацию. Для установления средней плотности треков для каждой пробы необходим подсчёт в 50-100 полях зрения микроскопа при увеличении 140-200^x. Концентрация урана рассчитывается по формуле:

$$c = \frac{2}{7} \cdot 10^4 \frac{\rho \cdot m_i}{\sqrt{A} \cdot \rho_i} \quad [2],$$

где ρ – плотность треков от осколков деления ядер урана на детекторе в подсчитанных полях зрения микроскопа; m_i – масса эталона (урановой мишени) в столбике, г; \bar{A} – среднее значение атомной массы анализируемого вещества, г; ρ_i – плотность треков на лавсане эталона (мишени).

В качестве пробы вместо шлифа (аншлифа) возможно использование порошковых проб, спрессованных в таблетки. Естественный уран состоит из следующих изотопов: U^{238} – 99,274%, U^{235} – 0,720 %, U^{234} – 0,005 %. Следует сказать, что вынужденное деление испытывают ядра атомов урана-235, являющийся аналитическим изотопом. Под действием тепловых нейтронов ядра атомов из поверхностного слоя исследуемого образца вылетают, распадаясь на осколки. При этом, разлетаясь с энергией ~165 Мэв, осколки создают нарушения структуры окружающего их твёрдого тела (лавсана). Указанные нарушения могут быть выявлены путём избирательного химического травления, когда реагент вытравливает дефектную область твёрдого тела, образованную осколками деления. Протравленные следы (треки) отражают распределение урана в исследуемом объекте. После травления треки видны в обычном оптическом микроскопе при увеличении 36-400^x.

Определение тория данным методом представляет некоторые трудности. Для определения концентрации и выявления пространственного распределения тория исследуемый образец необходимо облучать дважды со сменой детекторов (лавсана): сначала без кадмиевого фильтра (для определения урана, делящегося тепловыми нейтронами), затем с кадмиевым фильтром, поглощающим тепловые нейтроны. Торий делится только быстрыми нейтронами, доля которых в тепловом канале реактора невелика. Возникает необходимость облучения без водного отражателя, играющего в канале реактора роль не только замедлителя быстрых нейтронов до тепловых, но и охладителя материала детектора (лавсана). Но в этом случае, в связи с разогреванием облучаемого контейнера, возможно превышение температуры плавления лавсана, что недопустимо. Следует также отметить, что метод треков имеет недостаточное разрешение по торию, удельная «трековая активность» которого при облучении с кадмиевым фильтром в 7-8 раз ниже, чем урана. В силу неэффективности определения тория данным методом, далее будем рассматривать только поведение урана в рудах и вмещающих породах.

Рассматривая одно из приложений метода отметим, что первые работы и моделирование по проблемам генезиса месторождений цветных и черных металлов были опубликованы Сыромятниковым Н.Г. с сотрудниками [3,4,5]. В частности, метод трековой осколкографии при

изучении сульфидных руд ими был впервые использован с целью получения дополнительной информации о генетических особенностях руд, что позволило сформулировать следующую модель поведения урана и тория в процессах рудообразования. Так, при осадочном или гидротермально-осадочном рудообразовании содержание урана и тория в сульфидных минералах определяется в основном по количеству захваченных терригенных компонентов, а соотношение этих элементов обычно приблизительно соответствует таковому во вмещающих породах, в которых торий, как правило, преобладает над ураном. Общая концентрация урана и тория в осадочных сульфидных минералах и рудах обычно ниже, чем во вмещающих породах, при равномерном распределении указанных элементов. С увеличением количества сульфидных минералов в образцах осадочных руд содержание урана и тория в них уменьшается.

Для гидротермально-метасоматических руд обычно наблюдается некоторое обогащение ураном и уменьшение отношения Th / U по сравнению с неизменными породами, а также тенденция к возрастанию содержания урана с переходом от бедных руд к богатым при значительных вариациях его концентраций в отдельных рудных минералах.

Если месторождение представляет собой комбинацию гидротермально-осадочного и наложенного гидротермально-метасоматического оруденений, то наблюдается проявление обеих охарактеризованных выше тенденций в распределении урана и тория в рудах и минералах. Несмотря на различия физико-химических свойств урана и меди, при благоприятных геологических условиях они образуют совместные месторождения. Рассматривая позицию авторов [6], проанализировавших ряд публикаций по медно-урановым месторождениям мира (Северо- и Южно-Австралийские, Южно-Африканское, урановорудные районы Индийского щита), можно утверждать об отсутствии соответствия между типами вмещающих пород указанных месторождений и наличием связи рудообразующих процессов с глубинным строением, и зонами глубинных разломов. Это свидетельствует о том, что вмещающие породы не являются поставщиком рудных компонентов при формировании медно-урановых месторождений. Указанные выше авторы на основе выполненного анализа пришли к выводу о мантийном источнике урана как рудного компонента при формировании эндогенного медно-уранового оруденения рассматриваемого ими месторождения в Западно-Ингулецкой разломной зоне Украинского щита (Украина).

Следует отметить также, что в палеозойских отложениях территории Адыгеи (Северный Кавказ) известны парагенезисы элементов медь-уран в виде медно-уранового рудопроявления [7]. «В десяти стратиформных, реже пологосекущих гидрогенных проявлениях медно-урановой формации оруденение представлено пластами урано-медистых песчаников в красноцветях аксаутской свиты или в нижележащих слоях сероцветного верхнего карбона» [7, с. 235].

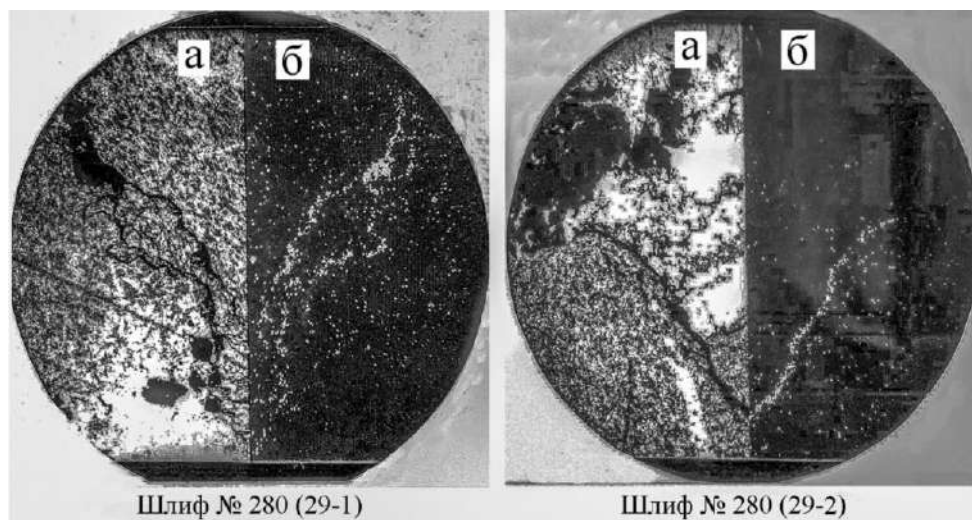
Результаты и обсуждение

Впервые на территории Дагестана применен метод треков при изучении содержания и распределения радиоизотопов в породах и рудах медноколчеданного месторождения Кизил-Дере. Ранее автором в работе [8] была предпринята попытка установления генезиса руд месторождения, опираясь на анализ данных по индикаторным количествам урана в процессе рудообразования. Не ставя задачу определения концентрации урана в образцах пород и руд, автор настоящей работы конкретизирует и уточняет ранее поставленную задачу методом осколковой радиографии с использованием дополнительного материала в решении генетических аспектов породо- и рудообразования с точки зрения особенностей распределения индикаторных количеств урана. Обоснованы также причины подобного распределения элемента.

В нашем случае мы рассматриваем медноколчеданное месторождение, где уран не является одним из основных компонентов оруденения, оставаясь в то же время как геологический риск на месторождении при его возможных высоких содержаниях в отдельных рудных и рудовмещающих горизонтах. Для подтверждения или опровержения сказанного нами был применён описанный выше метод трековой осколкографии. Образцы проб представлены керновым материалом из подземной скважины № 280 (левобережная рудная залежь с координатами

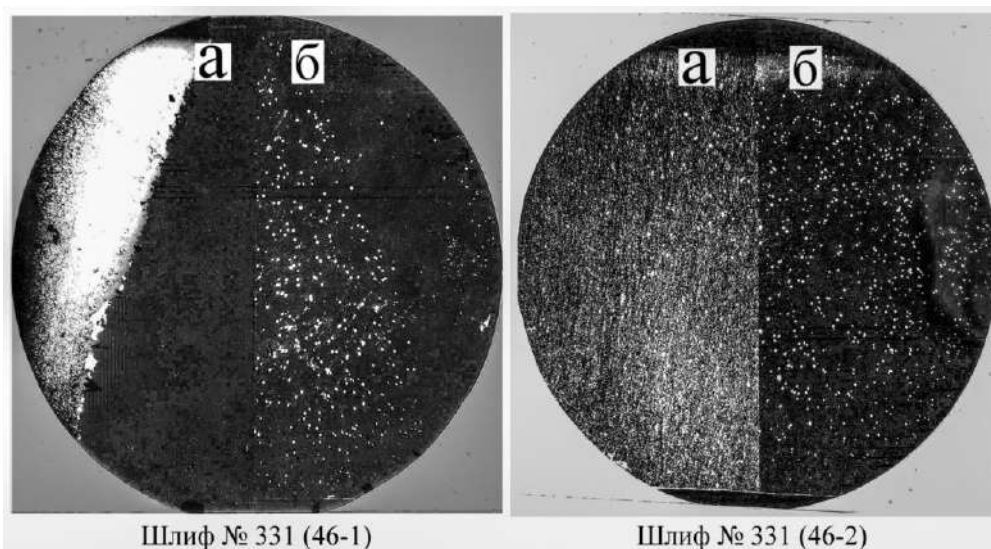
41°21,4'69" СШ; 47°28,45'43" ВД) и скв. № 331, пробуренной на рассматриваемой рудоносной площади.

Для изучения использованы образцы проб из скважин в виде шлифов, на которых зафиксированы лавсаны в качестве детектора треков. Фрагменты шлифа (рис.1) содержат органические остатки в виде «шнурков». Скопления треков на детекторе от осколков индуцированного деления ядер урана принадлежат органическому веществу и повторяют его конфигурацию.



(29-1, 29-2) прозрачного шлифа № 280, представленного гоаргиллитом (темное) с примесями кварца (белое) – (а) и зеркальное отображение осколкорadioграфий на лавсане (б), соответствующее микрофотографиям.

Рис.1. Микрофотографии двух фрагментов



(46-1, 46-2) шлифа № 331, представленного в левой части левого снимка (а) массивной колчеданной рудой (черное) и кварцем (белое).

Рис. 2. Микрофотографии двух фрагментов

Это согласуется с известными представлениями об ассоциации урана с органическим веществом [9]. Распределение урана в аргиллитах равномерное. Участок шлифа № 280 (29-2а) отражает гидротермальную деятельность данного горизонта глубин, где кварц, содержащий включения рудного вещества, почти не содержит урана.

На левой части правого снимка (а) – вмещающий аргиллит (темно-серое). Правые части обоих снимков (б) – зеркальное отображение осколкордиографий на лавсане, соответствующее микрофотографиям.

Равномерное распределение треков урана в рудном веществе (рис.2, 46-1 б) дает основание предполагать изоморфное вхождение элемента в кристаллическую решетку сульфидных минералов, в частности, пирита. Это может иметь место при оптимальных значениях кислотности-щелочности (рН) среды для обоих компонентов (урана и сульфидного минерала).

Следует отметить довольно высокую чувствительность урана к изменению рН растворов [10]. В случае комплексных соединений урана при слабокислой среде (рН<7,0) возможно восстановление элемента до четырехвалентного состояния и выпадение его в осадок.

Распределение урана во вмещающих аргиллитах (46-2 б) равномерное, менее плотное, чем в рудном веществе.

Выводы

1. Равномерное распределение урана в нашем случае (рис.2) согласуется с моделью поведения урана при изучении сульфидных руд [3] и соответствует гидротермально-осадочному типу рудообразования на месторождении Кизил-Дере.

2. Считаю, что возможности метода осколковой радиографии делает его незаменимым в радиогеохимических исследованиях медноколчеданных, медно-урановых месторождений при постановке задачи по изучению пространственного распределения и концентрации радиоактивных элементов в рудах, минералах и вмещающих породах.

3. Исследованные объекты и площадь месторождения в целом не представляют значительного радиологического риска для населения окружающей среды.

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

Литература

1. Берзина И.Г., Берман И.Б., Гурвич М.Ю. и др. Определение концентрации урана и его пространственного распределения в минералах и горных породах // Атомная энергия, 1967. Вып. 6. Том 23. С. 520-527.
2. Одеров С.И., Иванов П.А. Лабораторные методы исследования вещественного состава полезных ископаемых: Учеб.пособие / Московская гос. геологоразведочная академия. М., 1994. – 117 с.
3. Сыромятников Н.Г., Иванова Э.И., Трофимова Л.А. Радиоактивные элементы как геохимические индикаторы породы- и рудообразования. М.: Атомиздат, 1976. 232 с.
4. Трофимова Л.А., Покровская И.В., Сыромятников Н.Г. Изучение распределения урана методом осколковой радиографии в полиметаллических рудах в связи с их генезисом. М.: ДАН. 1975. Том 225. № 5. С. 1181-1183.
5. Трофимова Л.А., Паталаха Г.Б., Сыромятников Н.Г. Трековый анализ руд месторождения Текели и его генетическое значение. М.: Геология рудных месторождений. 1977. №3. С. 64-71.
6. Калашник А.А., Кузьмин А.В. Прогнозные критерии и поисковые признаки медно-уранового оруденения для условий Украинского щита // Вестник Воронежского государственного университета, 2016, Серия геологическая, №3. С. 72-79.
7. Волкодав И.Г. Радиоактивные элементы в геологических образованиях Адыгеи // Вестник Адыгейского государственного университета, 2006, № 2. С. 233-236.
8. Айтеков М-П.Б. Информативность индикаторных количеств урана и тория при изучении процессов рудообразования (на примере медноколчеданного месторождения Кизил-Дере) // Труды Института геологии ДНЦ РАН «Геология и минерально-сырьевые ресурсы Восточного Кавказа и прилегающей акватории Каспия». Сб. материалов научно-практической конференции (10-13 сентября 2001 г.), вып. 47. Махачкала, 2001, С. 13-14.
9. Неручев С.Г. Уран и жизнь в истории Земли. Л.: «Недра», 1982.– 208 с.
10. Наумов Г.Б. Основы физико-химической модели уранового рудообразования. М.: «Атомиздат», 1978. – 216 с.

УДК 540.4. (470.67)

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-92-1-25-32

ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ И ПОСТДИАГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
В СЛАНЦЕВОМ ДАГЕСТАНЕ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

Магомедов Р.А.

Институт геологии ДНЦ РАН

Дана характеристика постседиментационных и постдиагенетических процессов в толще дейбук-харбукской свиты средней юры и известняковой (карбонатно-сульфатной) формации верхней юры и нижнего мела в Сланцевом Дагестане. Приведены результаты геохимических опробований и предварительная их интерпретация. Выделена зона проявления минерального вида.

Ключевые слова: осадочная толща, литогенез, диагенез, седиментогенез, рудогенез, кора выветривания, рудные минералы, стратиграфия, геологическая структура, деформации, минерал, геологическое время.

POST-SEDIMENTATION AND POSTDIAGENETIC PROCESSES
IN THE SHALE DAGESTAN OF THE EASTERN CAUCASUS

Magomedov R.A.

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

The characteristic of post sedimentation and post diagenetic processes in the strata of the Deibuk-Harbuk formation of the Middle Jurassic and limestone (carbonate-sulfate) formation of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous in Shale Dagestan is given. The results of geochemical testing and their preliminary interpretation are presented. The zone of mineral appearance is highlighted.

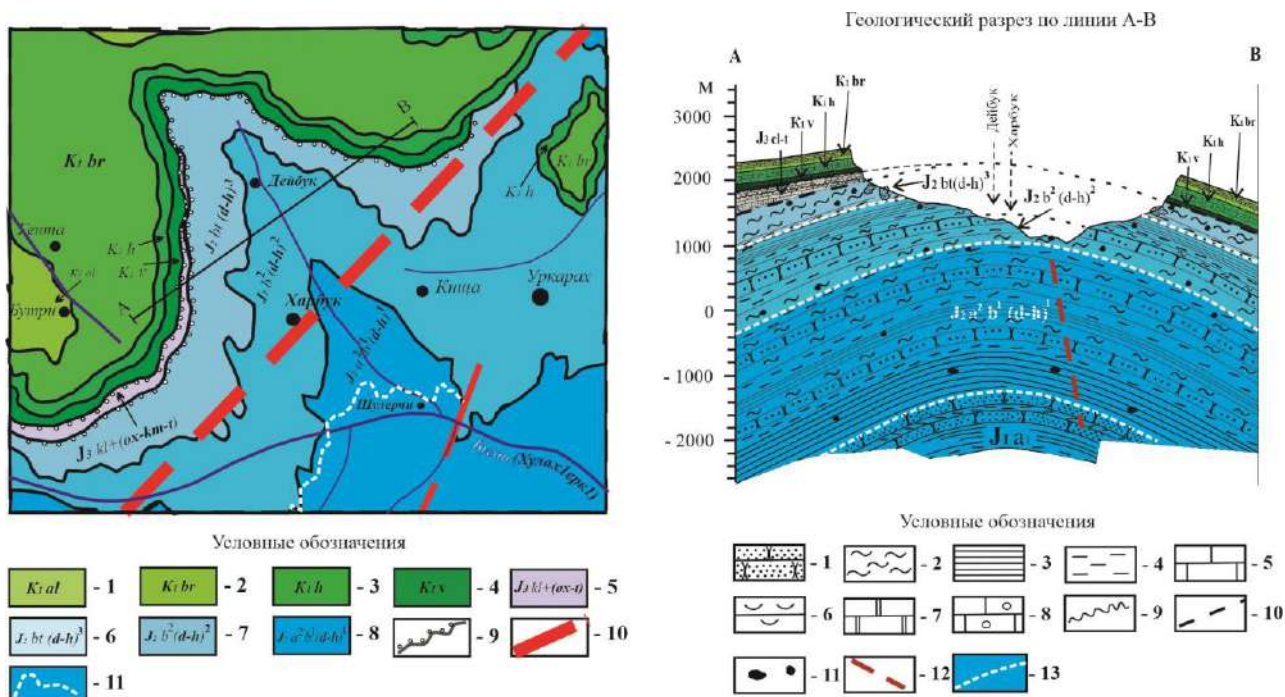
Keywords: sedimentary strata, lithogenesis, diagenesis, sedimentogenesis, ore genesis, weathering crust, ore minerals, stratigraphy, geological structure, deformations, mineral, geological time.

Говоря о постседиментационных и постдиагенетических процессах протекающих в толщах отложений структур Восточного Кавказа, следует обратить внимание на происхождение самих структур региона, которое тесно связано с историей геологического развития всего региона [8, 11-12 и др.].

Центральная и Высокогорная области Сланцевого Дагестана относятся к наименее доступным и наиболее сложным в геологическом отношении частям республики. Картирование этой территории осложняется высокой пересеченностью местности и рядом геологических особенностей, главными из которых являются бедность окаменелостями многокилометровой толщи ниже- и среднеюрских отложений, сильная фациальная изменчивость пород, резкий метаморфизм в зонах тектонических нарушений, весьма сложная складчатая структура, обилие тектонических контактов. Несмотря на хорошую изученность территории региона в прошлом столетии, все еще слабо освещены стратиграфия многокилометровой толщи отложений ниже- и среднеюрского отдела, геохимия и постседиментационные процессы, существенные пробелы имеются в изучении региональной тектоники.

Дейбукская антиклиналь (впоследствии названной Дейбук-Харбукской) как одна из характерных структур Сланцевого Дагестана, впервые была выделена при геологической съемке в масштабе 1:200 000 [4,5] и последующими работами геофизических экспедиций прошлого столетия. Структура имеет протяженность с СЗ на ЮВ ~ 15-18 км с поперечным сечением 4-6 км. Детальных литолого-геохимических исследований на предмет определения рудоносности района и характеристика геологических процессов протекающих в толщах структуры не проводились за исключением полевых работ геолого-съёмочной партии на западном крыле антиклинали (при исследовании Акушинской синклинали) [6 и др.], эпизодических опробований в 1940-80 гг. и фрагментальных работ в районе по изучению стратиграфии юрских отложений

Северо-Кавказской экспедицией МГУ в 1950-1954 гг. В результате этих и других работ, на дагестанскую часть территории, в 1956 г. была составлена геологическая карта [5]. Впоследствии, в 1976 г. геологическим отделом ВСЕГЕИ составлена более детальная и уточненная геологическая карта масштаба 1:500 000 [3], фрагмент которого (вместе с нашими дополнениями) с приложением поперечного разреза приводится на рисунке 1.



Условные обозначения к карте. Нижний мел: 1 - альбский ярус, 2 - барремский ярус, 3 - готеривский ярус, 4 - валанжинский ярус. Верхняя юра: 5 - келловей - оксфорд-киммеридж-титонские ярусы, Средняя юра (дейбук-харбукская свита): 6 - *верхняя* подсвита (соответствует батскому ярусу), 7 - *средняя* (соответствует верхнему байосу), 8 - *нижняя* (соответствует нижнему байосу и верхнему аалену), 9 - граница размыва (перерыв в осадконакоплении) в средне- и верхнеюрских отложениях. 10 - фрагмент продолжения предполагаемого глубинного Гамри-Озенского разлома, 11 – старая геологическая граница.

Условные обозначения к разрезу. 1 – песчаники, 2 – алевролиты, 3 – глины, 4 – аргиллиты, 5 – известняки, 6 – известняки-ракушечники, 7 – доломиты, 8 – кремовые пелитоморфные (кристаллические) и псевдооолитовые известняки, 9 – граница размыва, 10 – региональный перерыв в осадконакоплении, 11 – сидеритовые конкреции, 12 – разлом, 13 – границы подсвит дейбук-харбукской свиты.

Рис. 1. Геологическая карта района Дейбук-Харбукской антиклинали по [10] с дополнениями и уточнениями автора.

Сформировавшаяся уже в поздней юре-начале мела (конец берриасского века) структура антиклинали выступает в качестве одного из участков внутреннего размыва в Сланцевом Дагестане. Сильные восходящие движения, вызванные предкелловейской орогенической фазой, привели к почти полному отсутствию отложений келловейского яруса и оксфорд-киммеридж-титонских отложений верхней юры в пределах ядра антиклинали. В пределах западного крыла антиклинали (хр. Лес) они несогласно залегают на байос-батских отложениях средней юры а, келловейские отложения - не выходя на поверхность. Интервал перерывов в осадконакоплении соответствует времени проявления поднятия. Согласно данным Международного союза геологических наук (IUGS) по состоянию на декабрь 2016 г. продолжительность времени от келловейского до конца берриасского веков составляет примерно 26 млн. лет, что соответствует времени проявления поднятия антиклинали. Выявленный интервал перерыва (стратиграфический перерыв) – гиатус в развитии антиклинали образовался в результате водной эрозии уже

сформировавшихся толщ горных пород в процессе поднятия территории и горообразовательных движений а, также, при трансгрессиях и регрессиях. В последующие эпохи в области ядра антиклинали осадконакопление прекратилось и произошло дальнейшее преобразование горных пород в постседиментационных и постдиагенетических процессах в прибрежно-морских и континентальных условиях.

Байосский и батский ярусы и верхний подъярус ааленского яруса обнаженные в ядре антиклинали (рис. 1) рассматриваются нами как один комплекс терригенных отложений (аргиллиты, алевролиты, песчаники и их чередование) – дейбук-харбукская свита средней юры (J₂ d-h), трансгрессивно перекрытий различными горизонтами верхней юры. Ее выделение основывается на литолого-стратиграфических признаках и положении в геологическом разрезе. Подробная характеристика подсвит дейбук-харбукской свиты, отложений нижнего мела и гидрогеологические условия района приведены в [9].

Толща осадочных образований антиклинали среднеюрско-нижнемелового периода представлена двумя формациями геосинклинальных областей:

1. *среднеюрская флишевая формация* представлена мощной толщей осадочных, в основном, глубоководных морских пород - циклично чередующихся пачек, состоящие из трех пород (аргиллитов, алевролитов и песчаников, реже - грубообломочных пород), повторяющихся в одной и той же последовательности – от, более грубых, обломочных (внизу), до более тонких глинистых (вверху). Весьма характерны следы подводно-оползневых явлений с конгломератовыми прослойками связанные с сейсмическими событиями юрского периода и с отступающим верхнеюрским морем. Для формации характерно наличие рудных концентраций железа, марганца, хрома и алюминия [10]. Мощность среднеюрских отложений (по GPS-навигатору) на протяжении от нижней, обнаженной эрозионным врезом, точки (местечко «ущелье мельниц») до основания хр. Лес составляет ~ 1100 м.

2. *известняковая (карбонатно-сульфатная) формация верхней юры и нижнего мела* развивалась в миогеосинклинали и свидетельствует об аридизации климата вызванная, очевидно, тектоническими движениями андийской (адыгейской-предкелловейской и новокиммерийской) фазы тектогенеза, в условиях которого накапливались седиментационные и седиментационно-диагенетические известняки, доломиты, ангидриты, являющиеся осадками неглубоких морских и лагунно-заливных фаций. В этих отложениях развиты карстовые провалы, пещеры с подземными реками и озерами. Для нее характерно наличие рудных концентраций меди, свинца, цинка и др.

Общие закономерности протекания постседиментационных и постдиагенетических процессов не отражают специфические особенности строения и развития региона, характеризующегося индивидуальными чертами развития и геолого-структурным строением. После проведенного анализа истории геологического развития региона и изучения фондового материала, нами проведены полевые геологические маршруты в течение ряда лет, с отбором образцов горных пород и воды на исследуемой структуре. Анализ истории развития показывает, что антиклинальная структура вначале подверглась плоскостной денудации, а затем, последующему подъему, деформации и расчленению линейной эрозией. На ее поверхности сформировалась эрозионная сеть (овраги, балки) и структура приобрела современный горный рельеф.

Результаты анализа и предварительное обсуждение

На естественных обнажениях ядра антиклинали (нижне-, средне- и верхнеюрские отложения) и на западном ее крыле (в зоне выклинивания верхнеюрских отложений) нами отобраны несколько десятков образцов горных пород на предмет определения в них содержания некоторых рудных минералов.

В таблице 1 приведены результаты рентгенофлюоресцентного анализа части образцов. Анализ проводился на рентгеновском анализаторе Niton, который обычно применяется для

экспрессного анализа при геохимических поисках по вторичным ореолам рассеяния. Анализы проводились на геологическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова Бакшеевым И.А. которому автор выражает искреннюю благодарность. Среди результатов анализа выделяется повышенным содержанием породообразующий элемент Mn.

Таблица 1

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа по породообразующим элементам.

№ п/п	Zr ppm	Sr ppm	U* ppm	Pb ppm	As ppm	Hg ppm	Zn ppm	Cu ppm	Cr* ppm	Mn ppm	Fe, %	Ca, %	K, %	Al, %	Si, %
1	196	187	<5	18	18	<5	78	31	105	607	4,03	0,85	2,04	6,6	26,0
2	180	225	<5	19	25	<5	85	34	101	446	5,15	0,64	2,49	7,5	24,9
3	154	333	<5	29	55	<5	50	30	107	1743	6,01	8,51	1,34	4,7	15,4
4	204	156	<5	18	28	<5	106	39	118	544	4,67	0,59	2,67	8,4	26,2
5	141	217	<5	19	118	<5	65	23	146	2595	8,77	10,1	1,34	4,7	16,4
6	161	133	<5	18	12	<5	45	12	74	138	3,03	0,44	1,53	8,3	26,2
7	217	160	<5	11	29	<5	89	33	103	419	4,91	0,72	2,19	7,7	25,8
8	177	405	<5	10	34	<5	58	30	109	1464	3,85	9,0	1,45	5,6	22,4
9	242	153	<5	13	11	<5	54	25	91	381	2,95	0,78	1,57	6,1	28,6
10	196	122	<5	18	15	<5	84	37	116	796	4,11	1,37	2,58	8,2	25,7
11	201	130	<5	19	16	<5	106	27	111	642	5,00	0,57	2,26	7,6	24,1
12	9	246	<5	5	12	<5	25	76	<30	266	0,46	44,7	0,25	1,1	5,6

* - полуколичественно, мало стандартов

В таблице 2 приведены породообразующие минералы и их содержание, которое хорошо коррелирует с данными рентгенофлуоресцентного анализа по породообразующим элементам.

Таблица 2

Результаты рентгенофазового анализа (процентные данные по минералам)

Образец	Процентные данные по минералам						
	Кварц	Мусковит	Альбит	Андезин?	Клинохлор	Гипс	Кальцит
1	53,1	10,5	27,7		8,7		
2	51,8	18,7	20,9		8,6		
3	41,1	8,8	23,6		1,4	13,2	11,9
4	41,3	16	26,4		16,3		
5	40,3	18,2	14,8			5,6	21,1
6	55,7	10,1	22,1		12,1		
7	54,2	9	27,7		7,9		1,2
8	51,5		7,9		14		26,5
9	63,9		26,4		7,6		2,1
10	41,6	2,5	12,7	38,1	5,1		
11	49,2	25,5	9,9		15,3		
12	6,5						93,5

Примечание: чувствительность метода - 5 %, поэтому минералы, чье содержание меньше этого значения, не видны.

Результаты анализа, проведенные в лаборатории физико-химических методов анализа ИГ ДНЦ РАН, на атомно-абсорбционном спектрометре Savant ААЭ (пламенная модификация) [10] показали следующие результаты (табл. 3):

Таблица 3

**Содержания рудных элементов в средне- и верхнеюрских отложениях
Дейбук-Харбукской антиклинали (г/т)**

Рудные минералы	Au	Ni	Cu	Zn	
Разброс показателя	0.20 - 0.46	8.90 - 99.30	5.0 - 14.20	6.0 - 40.00	
Среднее содержание	0.43	54.10	9.60	23.00	
Рудные минералы	Fe, вес. %	Mn	Pb	Cr	Hg
Разброс показателя	2.785 - 3.266 (27 850 - 32 660)	167.10 - 2618.00	9.70 - 44.20	25,80 - 87.30	0.053 - 0.075
Среднее содержание	30 260 <i>г/т</i>	1392.55	26.95	56,55	0,064

Из приведённых результатов анализа следует, что содержание рудных элементов в отложениях антиклинали заметно превышает кларковые.

Предварительный анализ химического состава вод родников показывает что, они, вероятно, могли участвовать на стадии эпигенеза (в восстановительных условиях) в процессах выщелачивания верхнеюрско-нижнемелового карбонатного комплекса и сноса рудных минералов в эрозионные врезы свода антиклинали. Подземные воды из вышележащего карбонатного комплекса с обогащенными рудными компонентами при попадании в терригенный комплекс средней юры меняют рН среды и при участии органического вещества отлагают некоторые рудные элементы на глинистых минералах. Предполагается что, в сводовой части антиклинали (до ее разрушения эрозией) могла существовать палеозона вторичного обогащения рудных минералов, таких как Mn, Fe, Al, Cr и др.

В юго-восточной части антиклинали (наиболее приподнятой и подверженной эрозии) (рис. 2), в настоящее время протекают интенсивные постседиментационные и постдиагенетические процессы с участием органического вещества глинистых сланцев и растительности, в результате которых происходит выпадение некоторых рудных компонентов и одновременно идут процессы распада соединений в окислительных условиях. Процессы окисления минералов глинистых сланцев с участием богатой кислородом воды и органического вещества, в условиях отсутствия в осадке химического равновесия, привели к изменению окраски некоторых горных пород. По данным Г.П. Корнеева и В.С. Котова, глинистые осадки как нижней, так и средней юры относятся к восстановительной сульфидной и сульфидно-сидеритовой фациям с содержанием захороненного органического вещества, первоначально превышающем 1 %. Такие условия обеспечивались гумидным климатом и обстановками захоронения осадков.

Во вмещающей толще дейбук-харбукской свиты присутствуют слои с высоким содержанием соединений железа, марганца, свинца, ртути и органики, а в вышележащих известняках верхнего мела и повышенные (выше кларкового содержания) концентрации благородных металлов, в частности, золота (0.46 г/т). Как известно, процесс осаждения металлов из сульфатных растворов наиболее активно протекает в зоне вторичного обогащения в соответствии с правилом Шюрмана: элемент, находящийся в виде сульфата, вытесняет из сульфидов все элементы, расположенные от него вправо в следующем ряду: S - Hg - Ag - Cu - Bi - Cd - Pb - Zn - Ni - Co - Fe - Mn. Обнаруженные концентрации элементов с переменной валентностью (Mn, Fe, Cr) говорят о том, что в верхах среднеюрской толщи имело место усиление окислительных процессов, нахождение пирита и сидерита в толще - о восстановительной обстановке среды. Результаты исследований подтверждают нестабильность окислительно-восстановительных условий среды формирования осадков, которое связано с прибрежно-морскими условиями их образования и накопления в период отступающегося верхнеюрского моря.

Концентрация рудоносных сульфидов возможна вдоль береговой линии в периоды перерывов в осадконакоплении [14-17 и др.]. Согласно концепции Н.К. Паливода выделяются два этапа формирования руд: осадочный и метаморфогенно-сульфидизационный. В первом этапе

металлы накапливаются в прибрежно-морской зоне в карбонатной, сульфидной и силикатной формах из истинных растворов, сносимых водами континентального стока, и, частично, механическим путём. Второй этап - перекристаллизация кварца, карбонатов и сульфидов, т.е. в постседиментационных процессах порода почти полностью теряет свой осадочный облик.

При изменении кислого состава раствора на щелочной, многие металлы осаждаются. В условиях геологической среды антиклинали это происходит путем проникновения по глубинным трещинам и зонам тектонических контактов циркулирующих в ниже- и среднеюрских терригенных породах растворов в вышележащие верхнеюрско-меловые карбонатные отложения, являющиеся геохимическим барьером для многих рудоносных элементов растворов.

Средняя подсвита дейбук-харбуковской свиты средней юры характерна проявлением минерального вида «харбукит» [10] (рис. 2) – на своде антиклинали (дно эрозионного вреза). Мощность зоны проявления минерального вида по GPS-навигатору составляет примерно 230-250 м. Отложения, слагающие структуру, разбиты сложной сетью поверхностных разрывных нарушений, состоящей из различно ориентированных и разной протяженности отдельных разломов и трещин. Активизация воздымания структуры сопровождалась усилением многих геохимических процессов, вызванных раскрытием трещин, миграцией флюидов в зоны пониженного давления (изменением Р-Т условий), изменением окислительно-восстановительного потенциала, состава и химизма вод и т.д.

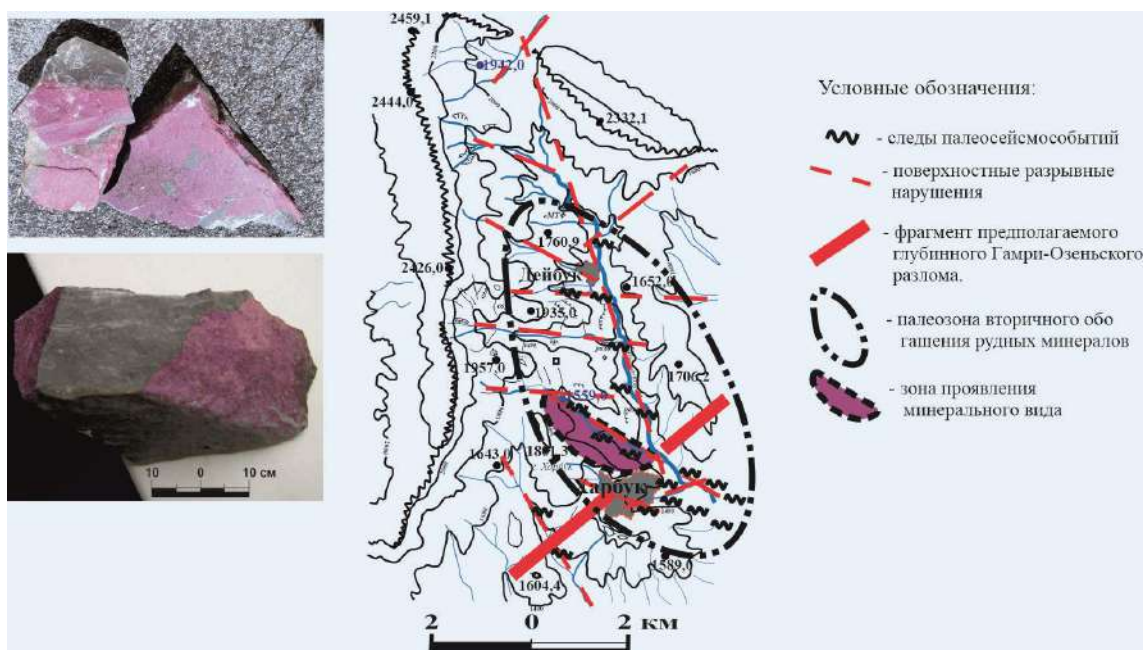


Рис. 2. Минеральный вид «харбукит» (по названию близлежащего селения) и зона его проявления на топографической основе (выделена цветом).

Обнаруженный минеральный вид локализуется только в одном из многочисленных оврагов эрозионной сети антиклинали. Его проявление прослеживается на всем протяжении отмеченного на рисунке 2 оврага, ниже уреза воды. Зона окисления в эрозионном врезе охватывает лишь верхний слой осадка мощностью от долей до нескольких десятков сантиметров. В ней, окислительно-восстановительный потенциал (Eh), имеет положительное значение. Анализ образца с минеральным видом показал следующие результаты: Fe (вес. %) - 2,774 (27 740 г/т); Cu - 10.5 г/т; Zn - 26.3 г/т; Mn - 975.4 г/т; Pb - 24.0 г/т; Ni - 56.7 г/т; Cr - 60.50 г/т; Hg - 0.075 г/т; Au - 0.21 г/т. Анализ самого минерального вида на Mn показал, что содержание этого элемента составляет 1400 г/т, что почти в 2 раза выше чем в самом образце и кларкового содержания (бо-

лее чем в 15 раз). Железо является наиболее распространенным лимитирующим элементом в этих отложениях и играет ключевую роль в окислительно-восстановительных реакциях зоны региональных перерывов и эрозионных врезх антиклинали. Фотоферротрофные бактерии используют Fe^{2+} в качестве донора электронов и энергию света для усвоения углерода в нейтрофильной среде (рН 5,5-7,2), образуя оксиды Fe^{3+} в качестве отходов, которые выпадают в осадок в виде минерального образования. Окисление $Fe(II)$ является механизмом, с помощью которого бактерии получают доступ к источникам углерода для удовлетворения своих метаболических потребностей. Окисляющие железобактерии колонизируют переходную зону, где бедная кислородом вода из анаэробной среды поступает в аэробную среду. Окисление Fe^{2+} до Fe^{3+} дает очень мало энергии клетке ($\Delta G^\circ = 29$ кДж/моль в кислой среде и -90 кДж/моль в нейтральной среде) по сравнению с другими хемолитотрофными процессами метаболизма [2,7]. Поэтому клетка должна окислять большое количество Fe^{2+} для удовлетворения своих метаболических потребностей. Одновременно бактерии и способствуют процессу минерализации. В зимнее время поступает существенно меньше солнечной энергии в эрозионные врезы – фотоферротрофные бактерии «угнетены» (меняется цвет минерального вида с вишнево-красного на коричнево-бурый). В летнее время проникновение света ограничивает окисление $Fe(II)$ в толще воды – в этих условиях высшие оксиды марганца оказывают желаемое окисляющее действие и как следствие, меняется цвет минерального вида на вишнево-красный. Конечно, скорость осаждения минерального вида может регулироваться расходом воды, концентрациями и т.п. При прочих равных условиях зимой и летом реакции перехода восстановленной формы железа и марганца в окисленные будут протекать с разной скоростью, поэтому и цвет осадка может меняться (в зависимости от интенсивности осаждения оксидов). Однако, расход реки (соответственно и минерализация) в течение года за исключением весенне-летнего сезона - периода эпизодических и кратковременных (в течение нескольких десятков минут или часы, редко, суток) грозных дождей, практически не меняется.

Предполагаем, что это - новый минеральный вид «образованный» биогеохимическим путем на глинистых сланцах из подземных вод источников и родников, выпадающих в речку (при достижении геохимического и температурного барьера с участием железобактерий и высших окислов марганца) в специфических геологических условиях, созданными последующими тектоническими фазами развития региона. Для составления полной химической формулы необходимо проведение дополнительных детальных исследований на предмет нахождения всех составляющих минерального вида с анализом геологического строения и гидрогеологических условий района и водосборного участка.

Заключение

В эрозионных врезх ядра антиклинали в настоящее время протекают интенсивные постседиментационные и постдиагенетические процессы с участием органического вещества глинистых сланцев и растительности, в условиях отсутствия в осадке химического равновесия (зарождение, рост и одновременное разрушение минеральных «образований» и их ассоциаций).

Результаты проведенных исследований показывают что, содержание рудных элементов в отложениях антиклинали заметно превышает кларковые. К особенностям средне- и верхнеюрских отложений антиклинали относится повышенное, выше кларкового, содержание золота и других рудных элементов в породах. В среднеюрских отложениях выделена зона проявления минерального вида. Вероятно, он характерен для структур Сланцевого Дагестана.

Предполагается что, подземные воды верхнеюрско-нижнемелового карбонатного комплекса могли участвовать на стадии эпигенеза (в восстановительных условиях) в процессах выщелачивания и сноса рудных минералов в эрозионные врезы свода антиклинали. Предполагается что, в сводовой части антиклинали (до ее разрушения) могли быть высокие концентрации рудных минералов. Выделена палеозона вторичного обогащения некоторых рудных минералов.

Проведенные работы (рекогносцировочные маршруты с отбором проб воды и образцов горных пород) с характеристикой постседиментационных и постдиагенетических процессов в геологической среде антиклинали, а также полученные результаты анализа литолого-геохимических опробований представляют определенный интерес для последующих картировочно-поисковых, поисково-оценочных работ будущих геологических экспедиций в Горный Дагестан.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808491-6-1.5.6.

Литература

1. Богуш И.А., Бурцев А.А., Рябов Г.В., Черкашин В.И. Благородные металлы черносланцевого комплекса Урупо-Лабинского района Северного Кавказа //Грозненский естественнонаучный бюллетень, № 3 (3), 2016.- С. 25-32.
2. Витинг Л.М., Резницкий Л.А. Задачи и упражнения по общей химии. М.: Изд-во МГУ, 1976. 168 с.
3. Геологическая карта Кавказа. Масштаб 1:500 000 /ред. Д.В. Наливкин. Министерство геологии СССР. ВСЕГЕИ. Москва, 1976 г
4. Голубятников В.Д. Геологическая карта горной части Дагестанской АССР. Министерство геологии и охраны недр СССР. ВСЕГЕИ. 1956 г
5. Голубятников В.Д. Геологическая карта Дагестанской АССР. Министерство геологии СССР. ВСЕГЕИ и Дагестанское геологическое отделение. 1948 г
6. Дробышев Д.В. Хребет Лес в даргинском округе Дагестана. Тр. ГГРУ ВСНХ СССР. Вып. 86. Геол. из-во ГГРУ. Москва-Ленинград, 1931. 44 с.
7. Курбатов А.Ю. Диссертация на соискание уч. ст. к.т.н. по спец. «Физическая химия». Интенсификация процесса очистки воды от железа с применением волновых гидродинамических устройств. РХТУ им Д.И. Менделеева. Москва, 2014. 119 с.
8. Магомедов Р.А. Геолого-тектонические условия, геодинамическая позиция и современная сейсмичность Восточного Кавказа //Геология и ресурсы Кавказа. Труды ИГ ДНЦ РАН. Выпуск № 2(69). 2017. С. 13-32.
9. Магомедов Р.А. Литолого-стратиграфическая характеристика дейбук-харбуцкой свиты средней юры в разрезе одноименной антиклинали //Геология и ресурсы Кавказа. Труды ИГ ДНЦ РАН. Выпуск № 3(78). 2019. С. 34-44.
10. Магомедов Р.А., Абдуллаев М.Ш. Первые результаты литолого-геохимических опробований юрских отложений Дейбук-Харбуцкой антиклинали //Геология и ресурсы Кавказа. Труды ИГ ДНЦ РАН. Выпуск № 2(73). 2018. С. 4-12.
11. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. "Недра". М., 1968. 484 с.
12. Милановский Е.Е., Хаин В.Е. Геологическое строение Кавказа. М., Изд-во МГУ, 1963. 240 с.
13. Никитин М.Ю. Неотектоника Восточного Кавказа. - БМОИП, отд. геол., 1987, т. 62, вып. 3.-С. 21-36.
14. Паливода Н.К. Проблема поисков колчеданных руд прибрежного формирования в условиях пульсирующей трансгрессии океана в Баймакском рудном районе Южного Урала и на Восточном Кавказе. Тр. ИГ ДНЦ РАН, 2007, вып. 51.- С. 111-121.
15. Паливода Н.К., Паливода А.А. Новое о генезисе стратиформного медноколчеданного месторождения Кизил-Дере в Дагестане в связи с находками фаунистических остатков в рудах. ДАН СССР. Т. 225, № 2. 1975, с. 426-427.
16. Паливода Н.К., Паливода А.А. О продолжительности накопления рудного вещества в прибрежно-морской зоне и его возможных континентальных источниках при формировании медноколчеданных и полиметаллических месторождений Дагестана. Тр. ИГ Даг. ФАН СССР. Вып. 4 (24). 1980.- С. 72-79.
17. Паливода Н.К., Паливода А.А. Органогенно-хемогенное рудообразование и роль метаморфизма в формировании меднопирротинового месторождения Кизил-Дере в Дагестане. Литология и полезные ископаемые. № 2. 1978.- С. 95-111.

УДК 550–37:51–7

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-92-1-33-37

ПОДАВЛЕНИЕ ШУМА ПРИ РАСЧЕТЕ СРЕДНЕСУТОЧНОЙ ВАРИАЦИИ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ ПОРОД В СКВАЖИНЕ, ПОЛУЧЕННЫХ НА СТАНЦИИ ИЗБЕРБАШ (ДАГЕСТАН)

Децереvский¹ А.В., Идармачев² Ш.Г.

¹ФБУН Институт физики Земли РАН, ²Институт геологии ДФИЦ РАН

Для подавления мультипликативной помехи при обработке рядов данных электросопротивления пород в скважине на измерительной станции Избербаш применялась методика обработки рядов WinABD, разработанная в ИФЗ, заключающаяся в логарифмировании величины отклонений от текущего уровня ряда. Такое преобразование примерно на 50% улучшило отношение сигнал/шум при расчете суточной вариации сопротивления. Был сделан вывод целесообразности анализа временной динамики суточного ритма данных рядов, включающих большое количество отклонений от текущего уровня ряда целесообразно использовать логарифмически скорректированный ряд, уменьшающий вклад экстремальных значений и усиливают вклад вариаций.

Ключевые слова: суточные вариации, электросопротивление пород, структурная функция, периодограммы, скорректированного рядов, суточные вариации, мультипликативная помеха.

NOISE SUPPRESSION WHEN CALCULATING THE AVERAGE DAILY VARIATION OF ELECTRICAL RESISTANCE OF ROCKS IN THE WELL OBTAINED AT THE IZBERBASH STATION (DAGESTAN)

Descherevskiy¹ A.V., Idarmachev² Sh.G., Idarmachev² I.Sh.

*¹ Federal Budgetary Institution of Science Institute of Physics of the Earth
of the Russian Academy of Sciences*

*²Institute of Geology of the Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,
Russia, 367030, Republic of Dagestan, Makhachkala, Yaragskogo str., 75*

To suppress multiplicative interference when processing data series of electrical resistivity of rocks in the well at the Izberbash measuring station, the WinABD series processing technique developed at the Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy was used, which consists in logarithming the magnitude of deviations from the current level of the series. This conversion improved the signal-to-noise ratio by about 50% when calculating the daily resistance variation. It was concluded that it is expedient to analyze the temporal dynamics of the circadian rhythm of these series, which include a large number of deviations from the current level of the series.

Keywords: diurnal variations, electrical resistance of rocks, structural function, periodograms, corrected series, diurnal variations, multiplicative interference.

Ряды многолетних прецизионных почасовых измерений электросопротивления пород в скважинах ст. Махачкала и ст. Избербаш, полученные нами за период 2005–2016 гг., были исследованы с помощью пакета программ WinABD [1–5] на наличие в них суточных вариаций для дальнейшего изучения их механизмов. Были рассчитаны автокорреляционные, структурные функции, периодограммы наложенных эпох по методу [2, 3] и спектры Фурье. На рис. 1 показаны графики структурных функций, из которых следует, что для ст.Избербаш суточные вариации выражены на порядок слабее, чем на ст.Махачкала [6, 7].

В такой ситуации довольно остро встает вопрос об улучшении отношения сигнал/шум. Если предположить, что первичный ряд измерений в силу специфики метода измерений зашумлен какой-то мультипликативной помехой с негауссовым распределением, то это может исказить функцию распределения сигнала, утяжеляя ее "хвосты". При наличии таких "хвостов", или сильных отклонений значений от текущего среднего, многие методы анализа данных работают хуже, так как они предполагают, что помеха является гауссовой.

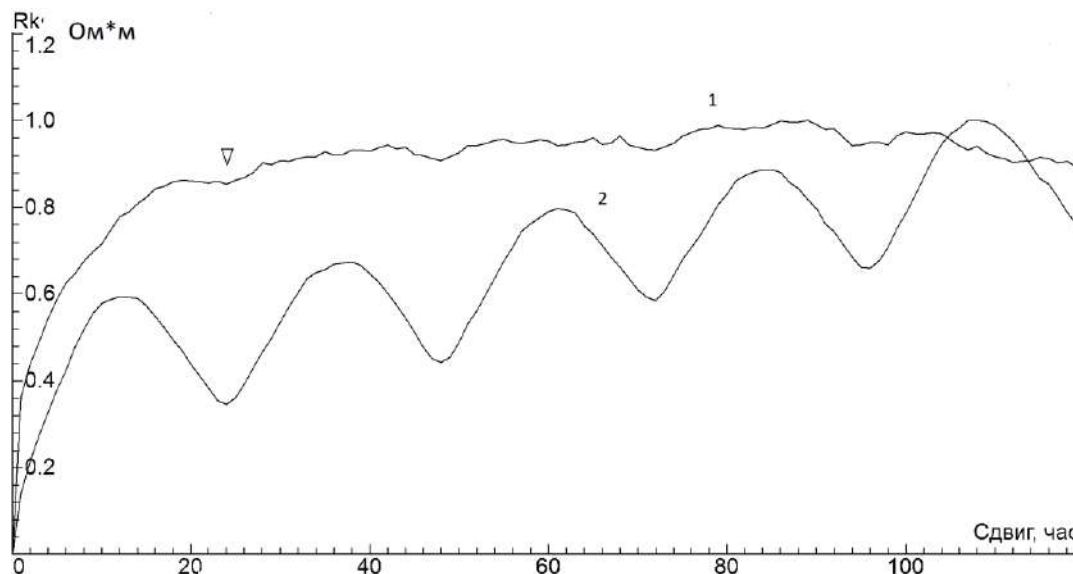


Рис. 1. Структурные функции для рядов электросопротивления пород в скважине на станциях Избербаш (1) и Махачкала (2)

В то же время такие значения – это не дефекты наблюдений, так как они несут полезную информацию. Простая выбраковка таких значений может привести к потере информации.

В такой ситуации для улучшения отношения сигнал/шум можно применить методы, основанные на коррекции функции распределения [1]. Основная идея таких методов состоит в том, что выбросы и экстремальные значения не бракуются, а вместо этого искусственно понижается амплитуда выброса. При этом все отношения больше-меньше сохраняются. То есть, если до коррекции значение сигнала $y(t_1)$ в момент времени t_1 было больше, чем значение $y(t_2)$, то после корректирующего преобразования $Y \Rightarrow R$ значение $r(t_1)$ также будет больше, чем $r(t_2)$.

В пакете ABD [2, 3] есть большой выбор таких корректирующих преобразований. Мы использовали два таких преобразования. Первое опробованное преобразование – это логарифмирование отклонений от текущего среднего. Результат R такого лог-преобразования ряда Y рассчитывается следующим образом:

$$R_C = Y_0 + \text{sign}(Y_C - Y_0) \cdot \ln(1 + D \cdot (e - 1)), \text{ где} \quad (1)$$

$$D = \text{abs}(Y_C - Y_0) / (5 \cdot \sigma_Y) \quad (2)$$

Здесь Y_0 обозначает "нормальный" уровень (текущее среднее или ноль), σ_Y – стандартное отклонение ряда, Y_C – значение фильтруемого ряда, относящееся к середине текущего окна, $e = 2.718...$ Как видно из формул (1) и (2), это преобразование воздействует не только на выбросы, а на все значения ряда. В результате этого преобразования экстремальные значения "притягиваются" к основному уровню ряда и их относительный вклад уменьшается. Коэффициент 5 определяет глубину преобразования. Чем он меньше, тем меньше будет эффект коррекции. Выбранное нами для расчетов значение 5 задает достаточно глубокую коррекцию, в результате которой функция распределения становится двухмодальной. Но зато при этом хвосты распределения полностью подавляются.

Также к ряду было применено ранговое преобразование, в результате которого каждое значение ряда заменяется своим рангом. Как известно, такое преобразование превращает функцию распределения в равномерную (плоскую) [2, 3].

Сравнение спектров и периодограмм исходного и скорректированного рядов

При выполнении лог-преобразования текущее среднее (значение Y_0 в формулах (1) и (2)) рассчитывалось в окне шириной 20 сут. Ранги вычислялись по всему ряду в целом.

Исходный и два варианта скорректированного ряда показаны на рис. 2. Видно, что оба преобразования уменьшают вклад экстремальных значений и усиливают вклад вариаций, происходящих в окрестности текущего среднего уровня ряда.

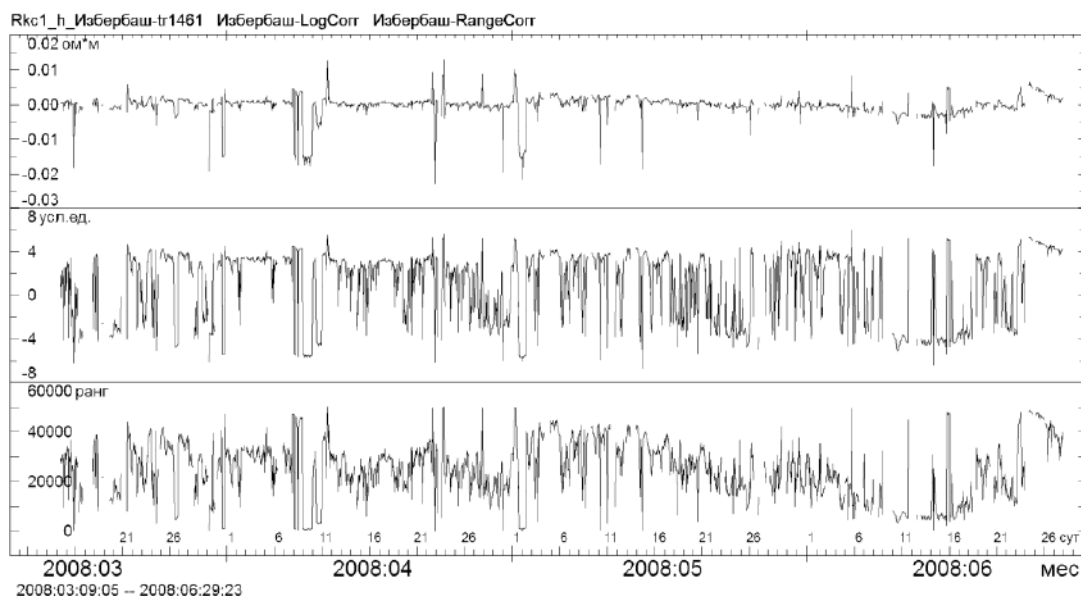


Рис. 2. Функции распределения исходного и скорректированных (логарифмированных отклонений от текущего среднего уровня) рядов электросопротивления

Функции распределения исходного и скорректированных рядов показаны на рис. 3. Видно, что исходное распределение имеет очень вытянутые "хвосты" с большими отклонениями, достигающими 5σ и более. Оба корректирующих преобразования резко уменьшают вклад экстремальных значений – они фактически исчезают.

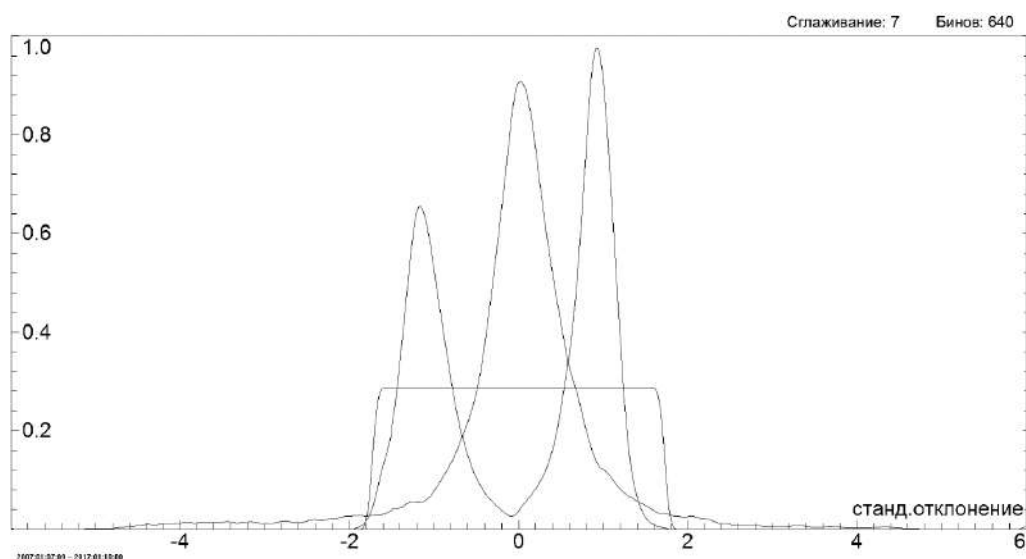


Рис. 3. Функции распределения исходного и скорректированных рядов

Далее были построены периодограммы исходного и двух вариантов скорректированного ряда (рис. 4). Видно, что и ранговое, и логарифмическое преобразование усиливают суточную гармонику на периодограмме. Но наибольший эффект дает лог-преобразование. По этой причине дальнейший анализ суточного ритма проводился только для лог-корректированного ряда.

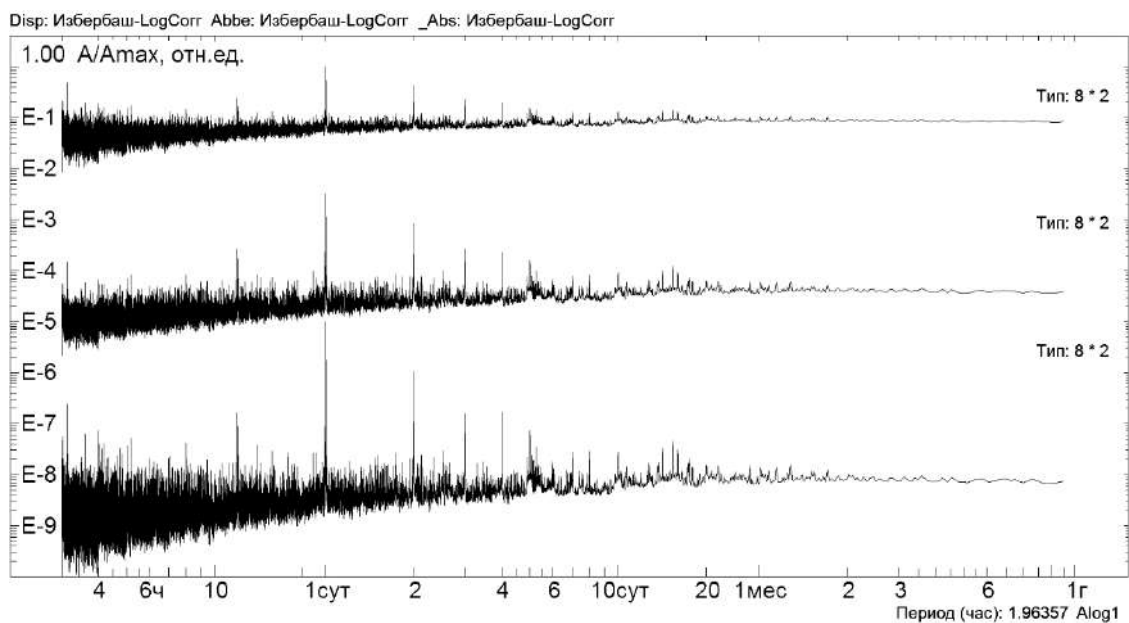


Рис. 4. Периодограммы исходного и двух вариантов скорректированного ряда

Выводы

Для ряда наблюдений кажущегося сопротивления на ст.Избербаш характерно наличие довольно большого числа наблюдений, значительно отклоняющихся от текущего уровня. Однако это не брак, а, вероятнее всего, эффект мультипликативной помехи. Из-за этой помехи функция распределения наблюдаемого сигнала деформируется, и у нее появляются утяжеленные "хвосты распределения". Такая особенность функции распределения значительно ухудшает условия применения различных методов статистической обработки данных, так как они, как правило, предполагают гауссовость (нормальное распределение) шумов.

Однако такие "выпадающие" наблюдения не являются браком, а содержат полезную информацию. Поэтому вместо их выбраковки целесообразно применять специальные корректирующие преобразования.

Предложенное в настоящем разделе преобразование заключается в логарифмировании величины отклонений от текущего уровня ряда. Такое преобразование примерно на 50% улучшило отношение сигнал/шум при расчете суточной вариации сопротивления.

Для анализа временной динамики суточного ритма на ст.Избербаш целесообразно использовать логарифмически скорректированный ряд вместо исходного.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808491-6-1.5.6. и в рамках Государственного задания ИФЗ РАН.

Литература

1. Дещеревский А.В., Сидорин А.Я. Некоторые вопросы методики оценки среднесезонных функций для геофизических данных. М.: ОИФЗ РАН, 1999. 40 с. ISBN: 5-201-926-3
2. Дещеревский А.В., Журавлев В.И., Никольский А.Н., Сидорин А.Я. Технологии анализа геофизических временных рядов. Часть 1. Требования к программе обработки. // Сейсмические приборы. М.: ОИФЗ РАН, 2016а. Т. 52, N1, С.61-82.

3. Дещеревский А.В., Журавлев В.И., Никольский А.Н., Сидорин А.Я. Технологии анализа геофизических временных рядов. Часть 2. WinABD – пакет программ для сопровождения и анализа данных геофизического мониторинга // Сейсмические приборы. М.: ОИФЗ РАН, 2016б. Т. 52, N3, С.50-80.

4. Дещеревский А.В., Журавлев В.И., Никольский А.Н., Сидорин А.Я. Проблемы анализа временных рядов с пропусками и методы их решения в программе WinABD // Геофизические процессы и биосфера. 2016в. Т. 15. № 3. С. 5–34.

5. Дещеревский А.В., Журавлев В.И., Никольский А.Н., Сидорин А.Я. Анализ ритмов в экспериментальных сигналах // Геофизические процессы и биосфера. 2017. Т. 16, № 2. С. 55–73. DOI: 10.21455/GRV2017.2-2

6. Дещеревский А.В., Идармачев Ш.Г. Результаты анализа суточных вариаций электросопротивления пород в скважине (Западного Побережья Каспия, Дагестан). – Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа (Колл. Монография по мат. XI Всероссийской науч.-техн. конф.). Махачкала. 2022. Т. XII, С. 248-254.

7. Дещеревский А.В., Магомедов А.Г., Идармачев А.Ш., Идармачев А.Ш. Результаты обработки данных многолетних прецизионных наблюдений за электросопротивлением пород в скважине на станциях Махачкала и Избербаш (Дагестан) // Тр. Института геологии Дагестанского НЦ РАН. 2022. №3(90), С. 85–89. DOI: 10.33580/2541-9684-2022-90-3-85-89

УДК 550.3

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-92-1-38-53

ВСПЛЕСКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ТУРЦИИ
В ОКТЯБРЕ 2011 И ФЕВРАЛЕ 2023 ГГ., И ИХ СВЯЗЬ С ВАРИАЦИЯМИ
СЕЙСМИЧНОСТИ ПРЕДКАВКАЗЬЯ.

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

В статье рассматриваются результаты анализа изменений сейсмической активности на Кавказе и сопредельных территориях. Показана обнаруженная закономерность смещения сейсмической активности на анализируемой территории. Показаны основные причины всплеска сейсмической активности на территории Турции в 2011 и 2023 гг.

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

BURSTS OF SEISMIC ACTIVITY ON THE TERRITORY OF TURKEY IN OCTOBER 2011
AND FEBRUARY 2023, AND THEIR CONNECTION WITH VARIATIONS
IN THE SEISMICITY OF THE PRE-CAUCASUS.

*Aliev I.A., Magomedov A.G., Alibekov M.S.
Institute of Geology, Dagestan Federal Research Center, Russian Academy of Sciences*

The article discusses the results of the analysis of changes in seismic activity in the Caucasus and adjacent territories. The discovered pattern of displacement of seismic activity in the analyzed area is shown. The main reasons for the surge of seismic activity in Turkey in 2011 and 2023 are shown.

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, geomagnetic activity indices, environmental condition index.

Введение

В книге Викулина А.В. [7] дано полновесное определение сейсмического события: - "При изучении землетрясений с позиции современных тектонических представлений первоосновой процесса является не отдельно взятое изолированное землетрясение – такого явления в «жизни» Земли не существует, а совокупность взаимосвязанных землетрясений – сейсмический процесс, реализуемый в глобальном тектоническом поле. Движителем (источником) такого процесса, очевидно, должно быть явление планетарного масштаба. К выводу о том, что землетрясения являются взаимосвязанными событиями, можно прийти и из анализа комплексных геофизических данных.

Данные о существовании взаимосвязи между землетрясениями, с одной стороны, и процессами в атмосфере, вариациями вращения планеты, нутацией ее полюса, гелиофизическими параметрами, космическими факторами, эклиптической долготой Луны, солнечной активностью, количеством осадков, колебаниями уровня моря - с другой, указывают на планетарный масштаб сейсмического процесса".

Возможные причины вариаций геофизических и геохимических параметров можно разделить на 2 основных вида: это эндогенные и экзогенные причины. Также отмечали, что в вариации наблюдаемых геофизических и геохимических параметров значительный вклад вносят деформации от сейсмических событий [1,2]. Поэтому в качестве основных эндогенных причин будем рассматривать тектонические напряжения и деформации от сейсмических событий. Из экзогенных причин: основной вклад идет от Солнечно-Земных связей – изменений геомагнитной активности [8] и гравитационных явлений, связанных с движениями Земли в Солнечной

системе. Эти движения и их вариации отражаются в геологических процессах, происходящих в Земле, и коррелируют с её геофизическими полями. Существует связь между геодинамическими процессами и гравитационными явлениями [11].

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 [9], 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.

Для анализа сейсмической активности и 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 кажущегося сопротивления горных пород (КС) и концентраций растворенных газов в изливающихся скважинах на сети станций наблюдений ИГ ДФИЦ РАН. В область входят Кавказ, Каспийское море и части территории Турции, Ирака, Ирана, Казахстана и Туркменистана.

Сейсмическая активность Черноморско-Кавказско-Каспийского региона это результат перераспределения тектонических напряжений в земной коре общепланетарного и тектонических факторов местного масштабов [3,4,5]. Одна из причин этой сейсмичности - тектонические напряжения, вызываемые движением Аравийской плиты на север и Африканской на северо-восток. Для разрядки этих накапливающихся тектонических напряжений наблюдаются два пути: северо-западный по Анатолийским разломам Турции и северо-восточный по разломам Кавказа (рисунок 3). И только анализ последовательных движений эпицентров сейсмических событий дает ответ, по какому из направлений идет процесс.

На рисунке 1 представлено количество наиболее значительных сейсмических событий с магнитудой $M \geq 4$, происшедших в выбранной области за период 2006 - 2021 гг. Как видно из рисунка “фонное” количество значительных сейсмических событий менее 10 в месяц. Отмечаются несколько периодов всплесков сейсмичности в 2008, 2011, 2012, 2013 и 2017-2018 гг. Всплеск сейсмической активности в октябре 2008 года это процесс разрядки накопившихся тектонических напряжений идущий в северо-восточном направлении. Эпицентры сейсмических событий последовательно смещаются на север и северо-восток: от Ирана - Турецкой границы к Кавказу. Анализ последовательных передвижений эпицентров сейсмических событий показал, что все эти события можно условно разбить на группы (между которыми наблюдаются периоды затишья). В каждой группе эпицентры в основном движутся на север и северо-восток, а после перехода Большого Кавказа смещаются на восток и процесс завершается серией сейсмических событий с эпицентрами правее Срединного разлома в Каспийском море или Туркменистане, с последующим затуханием движения в этой группе. Изредка несколько эпицентров двигаясь на северо-запад, попадают на территорию Крыма вдоль линии разлома главного Кавказского хребта, вне рассматриваемой области. После периода затишья продолжается движение других групп. Наблюдается своеобразное волнообразное движение эпицентров. Тот факт, что процесс движения эпицентров в каждой группе заканчивается правее Срединного разлома говорит о том, что после разрядки и перераспределения возникших тектонических напряжений смещение блоков в рассматриваемом районе должно быть в направлении северо-восток, которое мы, и наблюдаем по данным GPS исследований [6, 12, 13].

Всплеск сейсмической активности в октябре 2008 года это последний с 2008 по 2023 гг., когда процесс разрядки накопившихся тектонических напряжений в рассматриваемой нами области шел в северо-восточном направлении. Когда эпицентры сейсмических событий последо-

вательно смещались на север и северо-восток: от Ирана - Турецкой границы к Кавказу, а после перехода Большого Кавказа смещались на восток в Каспийское море или Туркменистан. Отметим также в период всплеска сейсмической активности в октябре 2008 года коэффициенты корреляции рядов данных на сети станций наблюдений ИГ ДФИЦ РАН были максимальные ($k > 0,45$, рисунок 2).

Всплеск сейсмической активности на территории Турции в 2011 г.

Следующая серия всплесков сейсмической активности 2011, 2012 и 2013 гг. произошла на территории востока Турции, северо-запада Ирана и границы Грузии и Азербайджана, в эти периоды коэффициенты корреляции рядов данных на сети станций невысокая ($k < 0,2$, рисунок 2). Особо следует отметить всплеск сейсмической активности октября 2011 г. Из более 130 значимых с $M \geq 4$ последовательных сейсмических событий ни одно не вышло из области между северным и восточным Анатолийскими разломами (при использовании для анализа магнитуд $M \geq 2,5$ их более 400 (рисунок 4)). Все это является доказательством верности выявленной нами закономерности о двух путях разрядки накапливающихся тектонических напряжений: северо-западном по Анатолийским разломам и северо-восточном по разломам Кавказа[3,4].

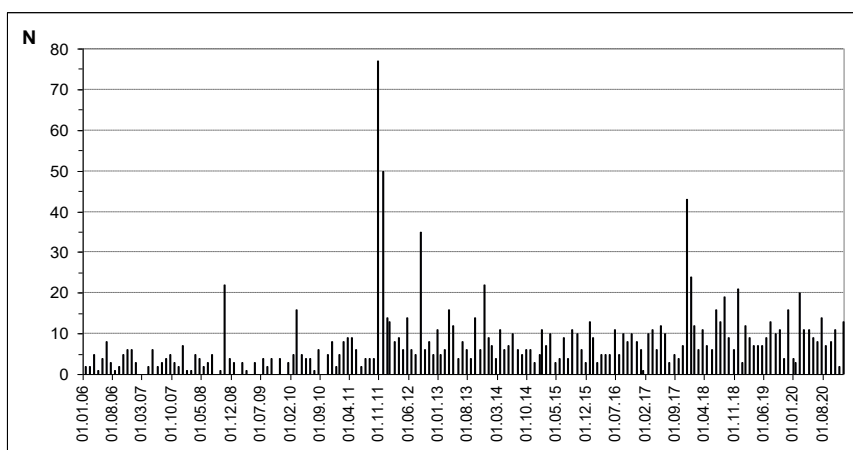


Рис. 1. Количество наиболее значительных сейсмических событий с $M \geq 4$, происшедших в выбранной области за период 2006 - 2021 гг.

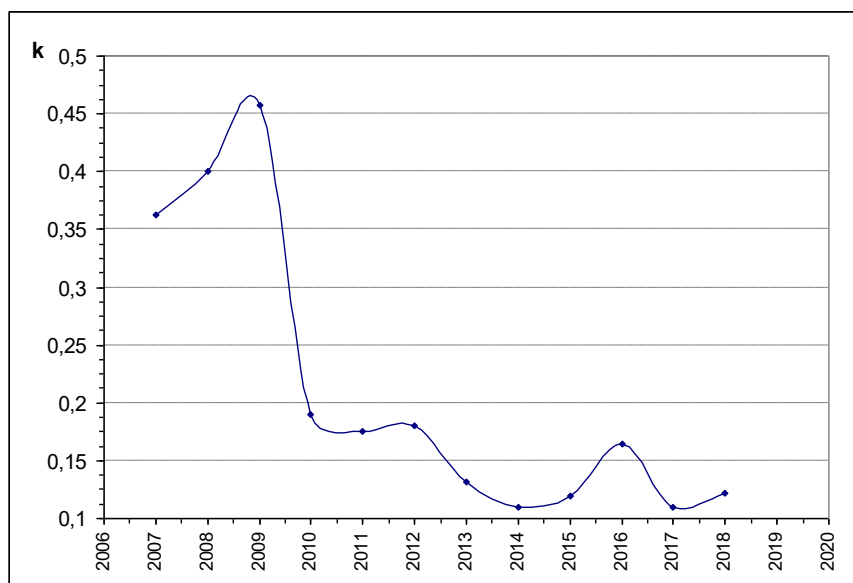


Рис. 2. Вариации коэффициента корреляции рядов данных сети станций ИГ ДФИЦ РАН

На рисунке 3 показана схема активных разломов и направления движения плит (по данным Европейско-Средиземноморского Сейсмологического Центра (EMSC)). Как видно из рисунка Аравийская плита движется на север, а Африканская на северо-восток. Анатолийский блок находящийся между северным и восточным Анатолийскими разломами движется с востока на запад, а его западная часть у Мраморного моря меняет направление на юго-запад. Разрядка накопившихся тектонических напряжений или движение последовательных сейсмических событий происходит по спирали в Эгейском море, с последующим их затуханием. На рисунке 4 показаны афтершоки Турецкого землетрясения $M \geq 7,2$ (происшедшего 23.10.2011, по данным EMSC[14]).

На рисунке 5 показаны направления смещения блоков и их горизонтальные скорости полученные по данным GPS исследований за период с 1988 по 1998 г. [12]. Доказывающие, что такая разрядка накопившихся тектонических напряжений в этом регионе - закономерность.

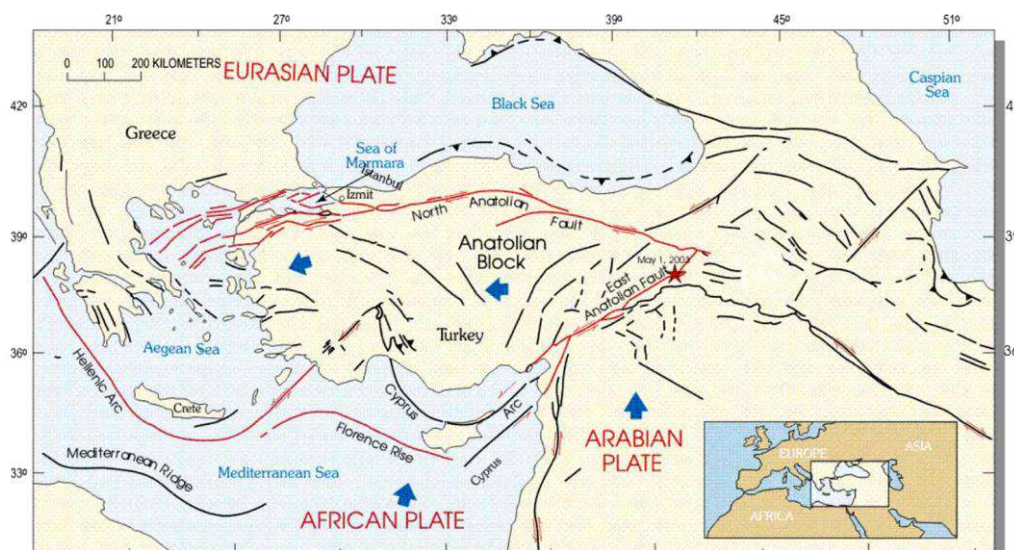


Рис. 3. Схема активных разломов и направления движения плит (по данным EMSC).

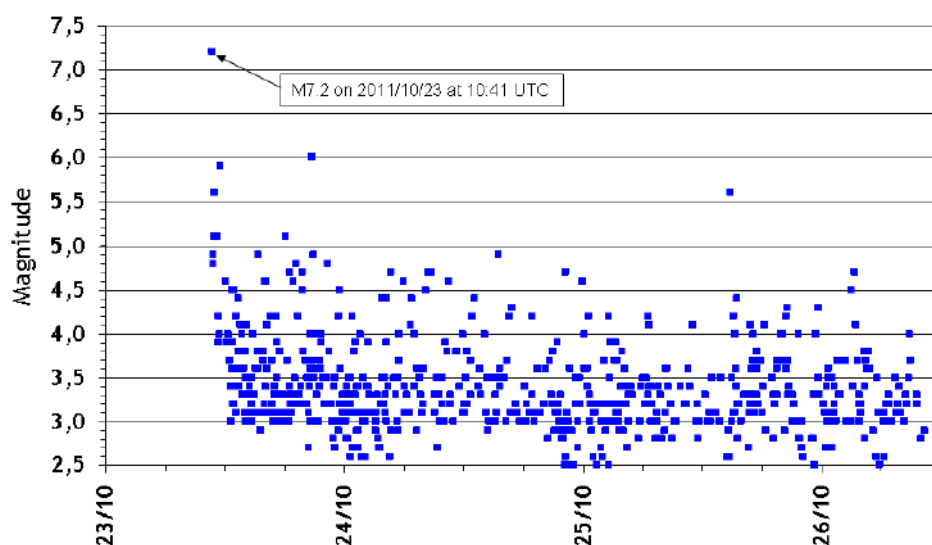


Рис. 4. Афтершоки Турецкого землетрясения $M \geq 7,2$ (по данным EMSC).

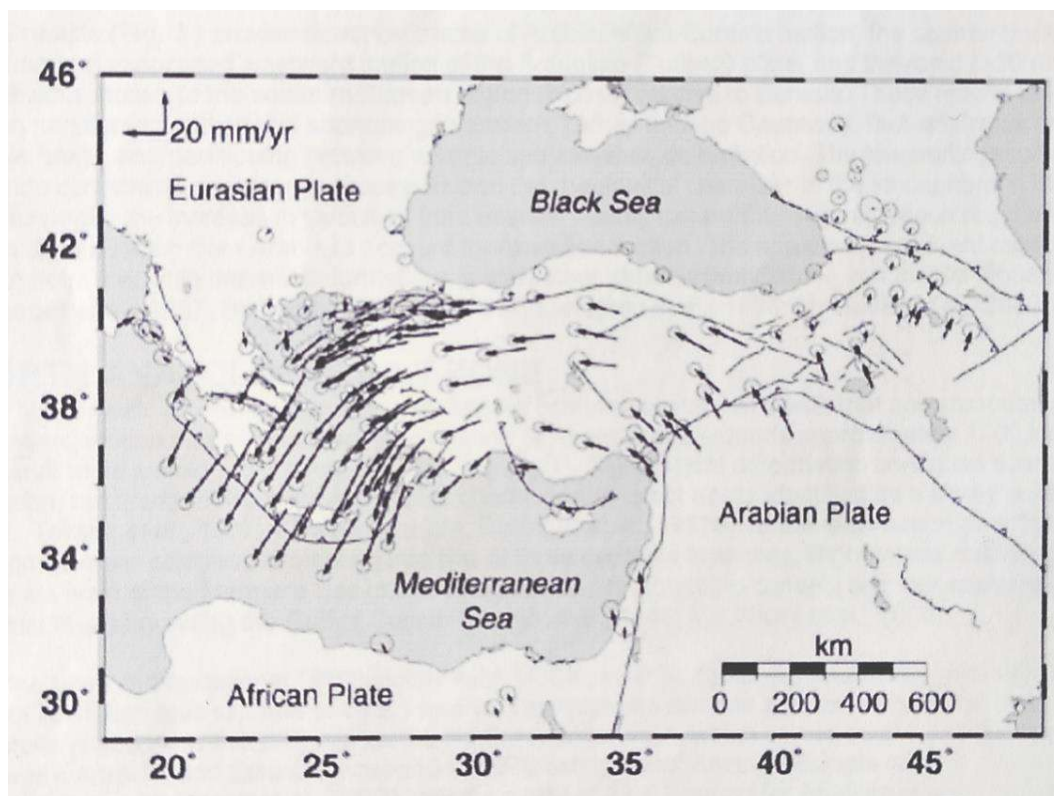


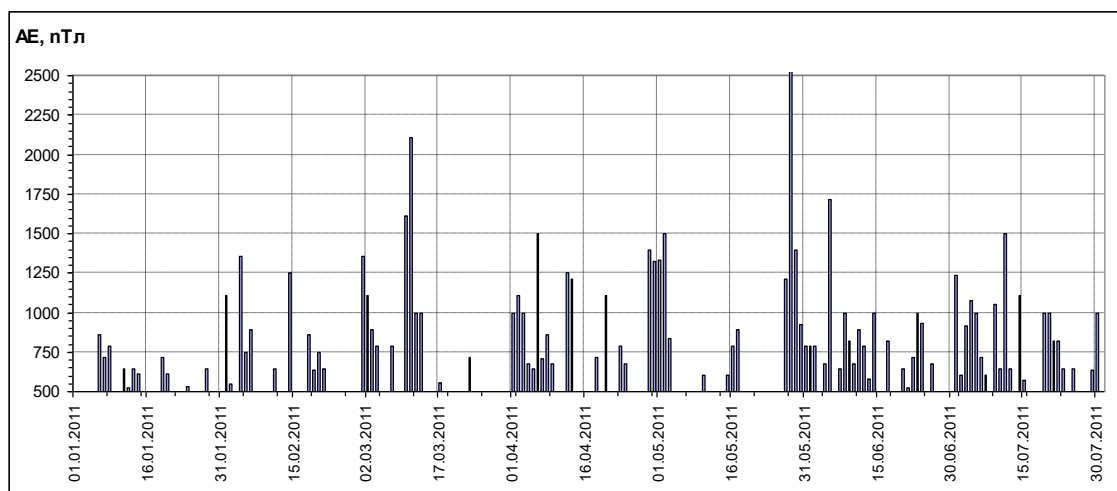
Рис. 5. Направления смещения блоков и их горизонтальные скорости полученные по данным GPS исследований за период с 1988 по 1998 г. [12].

Движение рассматриваемых Аравийской и Африканской плит не равномерно. В зависимости от длины наблюдаемого ряда значений, различных периодов наблюдений у авторов [12, 13] меняется и среднее вычисленное значение скорости движения плит. Можно с уверенностью говорить лишь о волнообразном изменении скорости движения плит, а вот какие процессы и что вызывает такие изменения, вопрос остается открытым. Могут ли только эндогенные процессы быть их причиной - считаем, нет. Им свойственны: длительный период - непрерывность или очень короткий период - импульсивность. Результатом эндогенных процессов могут быть: 1- то самое непрерывное волнообразное изменение движения рассматриваемых плит или другими словами волнообразное изменение геодеформационного поля, 2- импульсные изменения. К примеру, вулканическая деятельность на Земле, для которого свойственно длительное накопление напряжений, разрыв в земной коре и прорыв магмы на земную поверхность, и затем длительный период затишья.

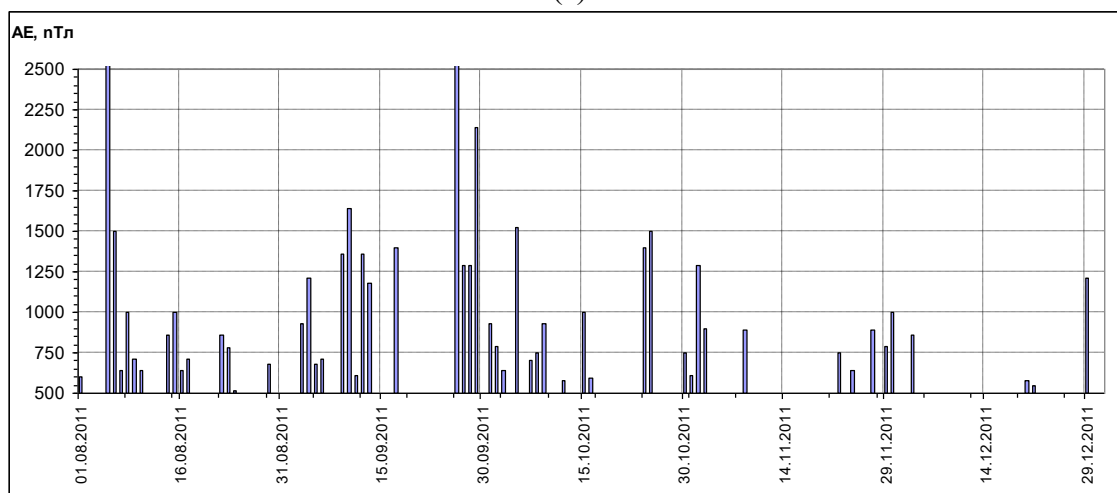
В наблюдаемом нами случае картина иная, мы наблюдаем короткое, не более 5 лет, воздействие с затухающей амплитудой. Следовательно, наиболее вероятно, что мы имеем дело с экзогенными процессами. Это какое-то периодическое, волнообразное внешнее воздействие на Землю, как планету в целом, которое в результате вызвало изменение, дополнительное движение или торможение Аравийской и Африканской плит. Все это позволяет нам сделать заключение, что наблюдаемое нами волнообразное изменение КС горных пород, полученное на сети станций наблюдений ИГ ДФИЦ РАН, есть распространение затухающей геодеформационной волны, от дополнительного экзогенного воздействия на Землю, как планету в целом.

Во введении мы указывали, что в возможные причины вариаций геофизических и геохимических параметров на сети наблюдательных пунктов из-за экзогенных причин основной вклад вносят Солнечно-Земные связи – изменения геомагнитной активности и гравитационные явления, связанные с движениями Земли в Солнечной системе.

Рассмотрим какой вклад идет от Солнечно-Земных связей – изменений геомагнитной активности в 2011 г. Индексы геомагнитной активности являются количественной мерой магнитной активности, а AE - индекс был рекомендован для выявления солнечно – земных связей [8, стр.74]. На рисунке 6 представлены вариации AE - индекса геомагнитной активности: (а) в первом полугодии, и (б) во втором полугодии 2011 г. (фоновое значение AE - индекса 500 нТл). Как видно из рисунков 6 и 7 в первом полугодии 2011 г. в мае наблюдается максимальное значение AE - индекса 3000 нТл, а в марте и июне значительные значения. Во втором полугодии в августе-сентябре значения AE - индекса по 2640 нТл, близкие к максимальным. Как видно из рисунка 7, где представлены средние и максимальные значения индекса геомагнитной активности по месяцам за 2011 г., в период всплеска сейсмической активности в конце октября 2011 года, наблюдается спад значений AE - индекса. Максимальные средние значения AE - индекса в 2011 г. менее 800 нТл, т.е. ниже уровня обнаруживаемого воздействия на измеряемые параметры и измерительные линии. А максимальные значения AE - индекса в во второй половине октября 2011 г. менее 1500 нТл, т.е. ниже уровня обязательного воздействия на измеряемые параметры и измерительные линии. Это позволяет нам заключить, что в всплеск сейсмической активности в конце октября 2011 в анализируемой области (из экзогенных причин) основной вклад внесли гравитационные явления, связанные с движениями Земли в Солнечной системе.



(а)



(б)

Рис. 6. Вариации AE - индекса геомагнитной активности: (а) в первом полугодии, и (б) во втором полугодии 2011 г. (фоновое значение AE - индекса 500 нТл).

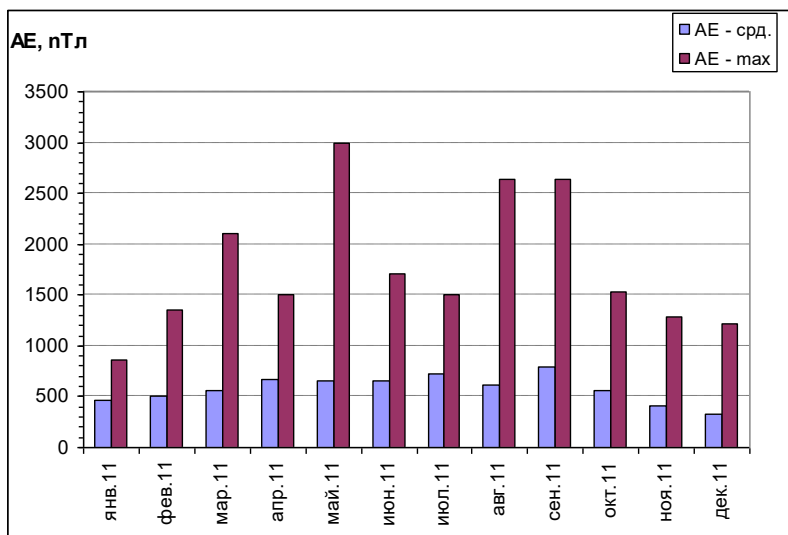


Рис. 7. Средние и максимальные значения *AE* - индекса геомагнитной активности по месяцам за 2011 г.

Затухающая геодеформационная волна вызвала всплеск сейсмической активности 2008 г. После этого следующий всплеск сейсмической активности произошел в 2011 г., затем такие же всплески сейсмической активности наблюдались и в 2012 и 2013 гг. Затухание всплесков сейсмической активности в конце 2017 начале 2018 гг. имеет другую причину, т.к. амплитуды вариаций наблюдаемых геофизических параметров меньше на порядок.

Как видим из рисунка 8 после основной разрядки накопившихся тектонических напряжений экзогенного воздействия в 2011 г., с 2012 г. начинается общее (за год) уменьшение числа сейсмических событий в анализируемой области, еще не дошедшее до фонового значения. Увеличение сейсмической активности в конце 2017, начале 2018 гг. имеет другую, эндогенную причину.

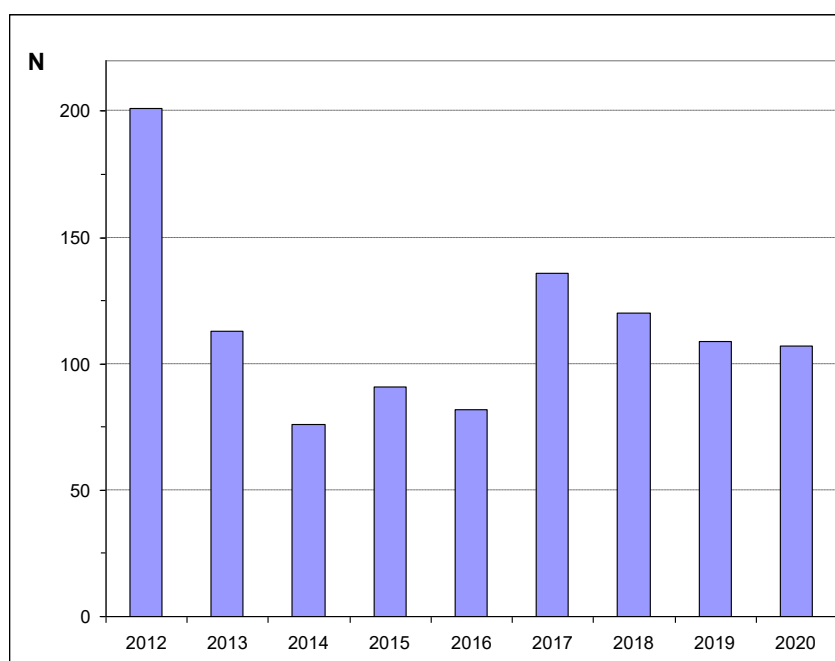


Рис. 8. Количество наиболее значительных сейсмических событий с $M \geq 4$, происшедших за год в выбранной области за период 2012 - 2021 гг.

В своих рекомендациях по конкретному использованию результатов НИР мы показали что:

1 -нахождение коэффициента корреляции в пределах $k < 0,25$ означает, что разрядка тектонических напряжений, приводящее к повышению сейсмической активности произойдет в области Анатолийских разломов в северо-северо-западном направлении;

2 -нахождение коэффициента корреляции в пределах $k > 0,4$ означает, что разрядка тектонических напряжений и вызываемое им повышение сейсмической активности произойдет в северо-северо-восточном направлении по разломам Кавказа, при этом последовательные сейсмические события перейдут Большой Кавказский хребет и проявятся на разломах Черноморско-Кавказско-Каспийского региона.

Всплеск сейсмической активности на территории Турции в 2023 г.

Известный российский сейсмолог Уломов В.И. посвятил множество публикаций изучению геодинамики и сейсмичности Иран-Кавказ-Анатолийского региона. И в своей известной работе [10] дал долгосрочный сейсмогеодинамический прогноз крупного землетрясения в анализируемой нами области. Ожидаемый сейсмический эффект от одного из потенциальных очагов землетрясений с $M=7.0$ в восточной части Северного Кавказа показан на рисунке 9.

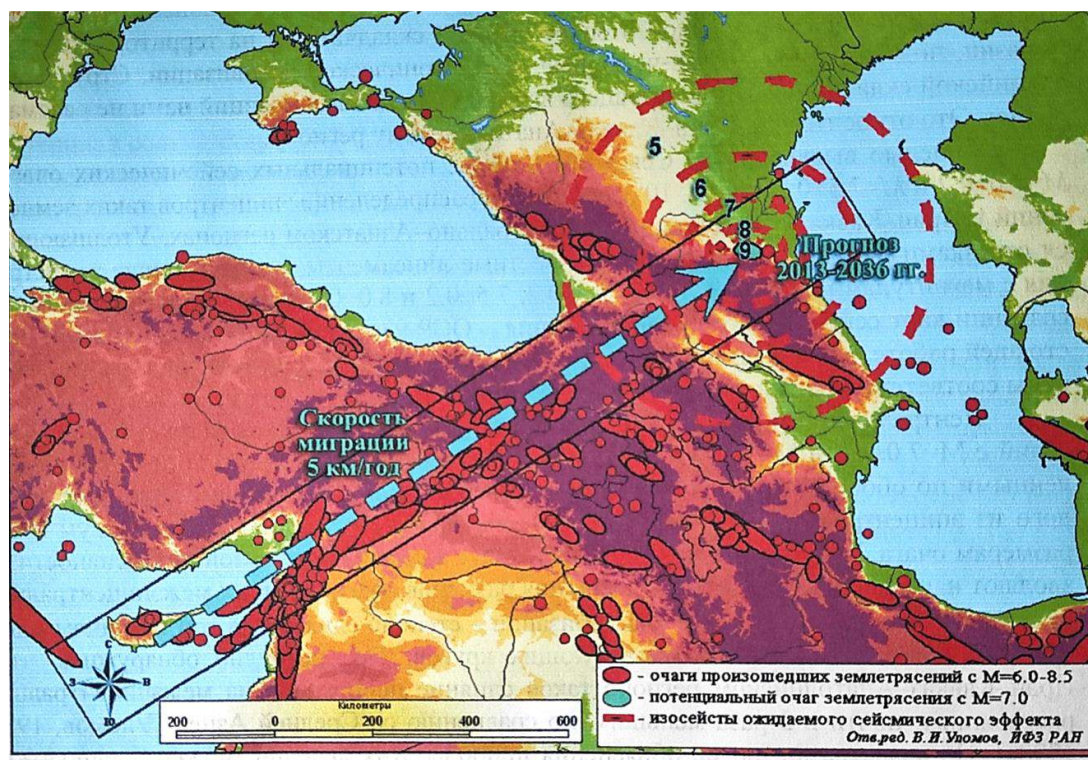


Рис. 9. Ожидаемый сейсмический эффект от одного из потенциальных очагов землетрясений с $M=7.0$ в восточной части Северного Кавказа (Уломов В.И. [10]).

Показаны очаги известных землетрясений с магнитудой от 6.0 ± 0.2 до 8.0 ± 0.2 .

Протяженным прямоугольником оконтурен профиль Кипр–Кавказ, а пунктиром со стрелкой указано направление миграции сейсмической активизации вдоль него за последние 200 лет. Показано, что сейсмический эффект в эпицентральной области может достичь 9 баллов. Сейсмические события интенсивностью 3-4 балла будут ощущаться на всей территории Кавказа, а интенсивностью 3 и менее баллов – далеко за его пределами, в Крыму, северном Иране, на западе Турции и Туркмении. Произойти такое событие может в интервале 2013–2036 гг.[10].

Таблица 1.

Сейсмические события происшедшие в исследуемом районе с 11.2017 до 03. 2018 гг.

Date & Time (UTC)	Latitude	Longitude	Depth,km	Mag	Region name
2018-02-27/19:03:40.7	41.29	48.30	42	4.3	AZERBAIJAN
2018-02-20/07:00:11.3	45.96	38.46	10	4.0	SOUTHWESTERN RUSSIA
2018-02-19/21:31:39.6	36.09	45.04	10	4.3	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2018-02-19/19:20:48.5	36.19	45.16	10	4.6	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2018-02-19/11:02:00.3	34.20	45.37	10	4.6	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2018-02-02/09:42:57.4	34.79	45.71	8	4.0	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2018-02-01/20:14:49.9	34.62	45.47	10	3.9	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2018-01-31/04:28:54.7	44.87	37.25	15	4.2	CAUCASUS REGION, RUSSIA
2018-01-27/06:32:34.4	44.10	38.71	10	3.9	CAUCASUS REGION, RUSSIA
2018-01-26/06:10:32.3	44.16	38.67	10	3.9	CAUCASUS REGION, RUSSIA
2018-01-26/06:09:15.6	44.26	38.73	10	4.0	CAUCASUS REGION, RUSSIA
2018-01-25/03:19:15.7	34.50	46.28	10	4.0	WESTERN IRAN
2018-01-21/05:45:39.0	34.57	45.59	10	4.2	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2018-01-21/02:19:38.2	34.62	45.65	15	4.2	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2018-01-19/13:53:13.8	38.26	38.79	5	4.0	EASTERN TURKEY
2018-01-18/16:48:42.1	34.57	45.69	8	4.0	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2018-01-15/13:50:03.0	35.76	52.66	13	4.6	NORTHERN IRAN
2018-01-10/15:56:29.0	34.54	46.87	10	4.7	WESTERN IRAN
2018-01-08/09:30:22.0	40.15	53.34	10	4.2	TURKMENISTAN
2018-01-07/02:01:48.0	34.69	45.98	10	4.2	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2018-01-06/15:22:09.3	34.37	46.07	10	5.1	WESTERN IRAN
2018-01-05/06:32:56.5	34.38	45.61	10	4.1	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2018-01-01/09:11:25.0	40.86	48.38	8	4.0	AZERBAIJAN
2017-12-29/16:29:47.8	34.66	45.49	14	4.2	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-12-26/21:24:34.2	35.68	50.93	12	3.9	NORTHERN IRAN
2017-12-26/09:11:32.8	34.66	46.03	10	4.5	WESTERN IRAN
2017-12-23/14:10:44.1	40.77	48.35	8	4.0	AZERBAIJAN
2017-12-21/02:50:15.2	34.55	45.92	10	4.4	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-12-20/20:22:07.8	34.48	46.37	10	4.7	WESTERN IRAN
2017-12-20/20:01:05.3	34.43	45.80	10	4.7	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-12-20/19:57:38.0	35.69	50.96	7	4.9	NORTHERN IRAN
2017-12-20/14:10:18.1	43.42	46.00	10	3.9	CAUCASUS REGION, RUSSIA
2017-12-19/09:15:47.2	34.55	45.69	10	4.3	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-12-18/02:47:00.6	34.63	46.19	10	4.0	WESTERN IRAN
2017-12-11/14:42:46.0	34.95	45.78	47	4.9	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-12-11/14:09:56.0	34.90	45.82	10	5.4	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-12-08/07:39:46.0	34.57	45.81	10	4.2	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-12-08/04:31:50.2	37.25	37.18	6	3.9	CENTRAL TURKEY
2017-12-08/01:55:01.1	35.04	45.92	10	4.1	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-12-07/22:28:15.4	34.62	46.23	10	3.9	WESTERN IRAN
2017-12-07/05:23:38.5	41.94	48.09	10	4.1	CAUCASUS REGION, RUSSIA
2017-12-06/08:02:06.2	34.55	45.69	9	4.0	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-12-06/07:57:43.9	34.45	45.70	40	4.7	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-12-06/05:53:42.1	34.82	45.71	10	4.7	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-12-05/15:27:18.7	37.32	50.23	27	4.8	NEAR NORTHERN IRAN
2017-12-03/23:17:14.9	35.72	48.98	10	3.9	WESTERN IRAN
2017-12-02/11:58:00.6	37.57	44.61	20	4.4	TURKEY-IRAN-IRAQ BORDE
2017-12-01/20:17:07.6	34.35	46.66	10	4.5	WESTERN IRAN
2017-12-01/19:27:10.7	34.24	46.80	20	4.3	WESTERN IRAN
2017-11-28/13:22:25.6	35.23	45.80	10	4.0	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-27/03:00:32.2	34.79	45.87	10	3.9	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-26/05:47:31.9	34.45	45.95	10	4.5	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-22/20:34:13.8	34.76	45.69	10	4.3	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-22/19:47:12.9	34.66	45.59	10	4.3	IRAN-IRAQ BORDER REGION

Таблица 1. (продолжение)

Date & Time (UTC)	Latitude	Longitude	Depth,km	Mag	Region name
2017-11-17/13:27:38.8	40.28	47.30	30	4.6	AZERBAIJAN
2017-11-15/19:48:04.0	40.27	47.26	25	5.1	AZERBAIJAN
2017-11-15/15:20:38.0	34.75	45.66	15	4.4	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-15/08:59:37.2	34.64	46.05	8	4.1	WESTERN IRAN
2017-11-15/07:11:19.8	34.50	45.85	8	4.0	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-14/21:41:17.7	34.34	46.60	10	4.1	WESTERN IRAN
2017-11-14/15:16:07.3	34.74	45.70	20	4.4	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-14/01:45:49.9	34.43	45.85	10	4.3	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-14/01:08:48.7	34.40	45.83	30	4.5	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-14/00:06:35.6	34.50	45.37	10	4.1	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-13/20:51:43.1	34.58	45.80	9	3.9	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-13/20:00:29.4	34.80	45.66	10	3.9	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-13/15:36:48.7	34.28	45.76	18	4.3	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-13/15:11:16.1	34.47	45.85	10	4.4	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-13/15:00:47.5	34.24	45.45	40	4.6	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-13/14:51:25.8	41.10	49.85	10	4.0	CASPIAN SEA, AZERBAIJAN
2017-11-13/14:01:48.7	34.81	45.78	8	3.9	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-13/13:12:40.4	34.44	45.87	10	4.5	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-13/11:39:46.3	34.16	47.35	43	4.3	WESTERN IRAN
2017-11-13/08:28:51.3	34.58	45.54	9	4.6	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-13/05:04:24.8	34.58	45.84	10	4.3	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-13/04:41:42.8	35.07	45.81	10	4.3	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-13/04:36:11.6	34.12	45.66	10	4.3	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-13/04:27:55.2	34.15	45.87	10	4.9	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-13/03:14:36.3	34.89	45.84	10	4.3	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-13/00:20:56.7	34.55	45.84	48	4.5	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-12/23:37:19.5	34.13	45.72	10	4.0	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-12/22:30:57.8	34.23	45.94	10	4.6	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-12/21:33:23.7	34.54	45.94	10	4.7	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-12/19:54:06.8	34.83	45.51	5	4.4	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-12/18:34:51.2	34.65	45.69	10	4.0	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-12/18:29:53.6	34.85	45.67	10	4.6	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-12/18:18:17.3	34.79	45.85	24	7.3	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-12/17:35:36.2	34.40	45.51	10	4.3	IRAN-IRAQ BORDER REGION
2017-11-02/20:50:41.1	39.37	40.53	5	3.9	EASTERN TURKEY
2017-11-01/08:34:05.8	37.31	54.05	20	3.9	NORTHERN IRAN

Если продолжить линией на карте восточный Анатолийский разлом на северо-восток, то район потенциальных очагов землетрясений с $M=7.0$ будет на юге России в Дагестане или Чечне. Но анализ возможных причин вариаций геофизических и геохимических параметров (эндогенных и экзогенных причин) на сети наблюдательных пунктов ИГ ДФИЦ РАН и анализ вариаций сейсмической активности и последовательных движений эпицентров сейсмических событий, а также изменения коэффициента корреляции рядов данных сети станций позволяют нам не согласиться с этим. Рассмотрим всплеск сейсмической активности в конце 2017 и начале 2018 гг. (рисунок 1). В таблице 1 представлены сейсмические события происшедшие с 1.11.2017 по 28.02.2018 гг. Как видно из таблицы в анализируемой области за это время произошло 97 сейсмических событий. Из этого числа только 7 произошло на юге России (7,2 %). В основном сейсмическая активность проявлялась на территориях Турции, Ирана и Ирака.

Отметим также в период всплеска сейсмической активности в конце 2017 и начале 2018 г. коэффициент корреляции рядов данных на сети станций наблюдений ИГ ДФИЦ РАН был близок к минимальным ($k < 0,12$, рис. 2). А нахождение коэффициента корреляции в пределах $k < 0,12$ означает, что разрядка тектонических напряжений, приводящее к повышению сейсмиче-

ской активности произойдет в области Анатолийских разломов в северо-северо-западном направлении. От Ирано-Иракской границы к западу Ирана, оттуда к восточной части Турции и далее между Анатолийскими разломами на запад.

Оценим влияние Солнечно-Земных связей – изменений геомагнитной активности, или вариаций AE – индекса за ноябрь, декабрь 2017 и январь, февраль 2018 гг. На рисунке 10 представлены вариации AE - индекса с ноября 2017 по март 2018 гг. Как видно из рисунка можно отметить только 4 случая (8.11, 10.11, 17.12.2017, 23.02.2018 гг.) когда AE - индексы выше уровня обязательного воздействия (≥ 1500 нТл), и 14 случаев когда AE - индексы выше уровня обнаруживаемого воздействия (≥ 1000 нТл), на измеряемые параметры и измерительные линии. Фоновое значение AE - индекса 500 нТл. Сравним вариации AE - индекса с вариациями сейсмической активности за такой же период с ноября 2017 до марта 2018 гг., представленных в таблице 1. На рисунке 11 представлены вариации сейсмической активности за этот период. Можно отметить, что в периоды когда AE - индексы выше уровня обязательного воздействия на измеряемые параметры и измерительные линии (≥ 1500 нТл), увеличение сейсмической активности не наблюдается. Это и все показанное выше позволяет нам сделать вывод, что увеличение сейсмической активности в анализируемой области в конце 2017 и начале 2018 гг. имеет только эндогенную причину.

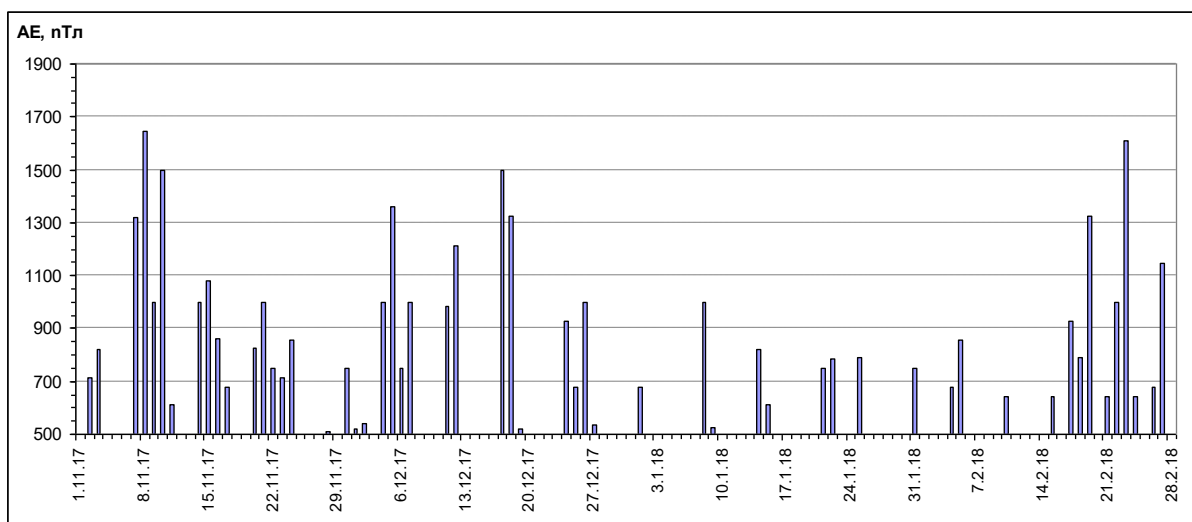


Рис. 10. Вариации AE - индекса геомагнитной активности с ноября 2017 по март 2018 гг.

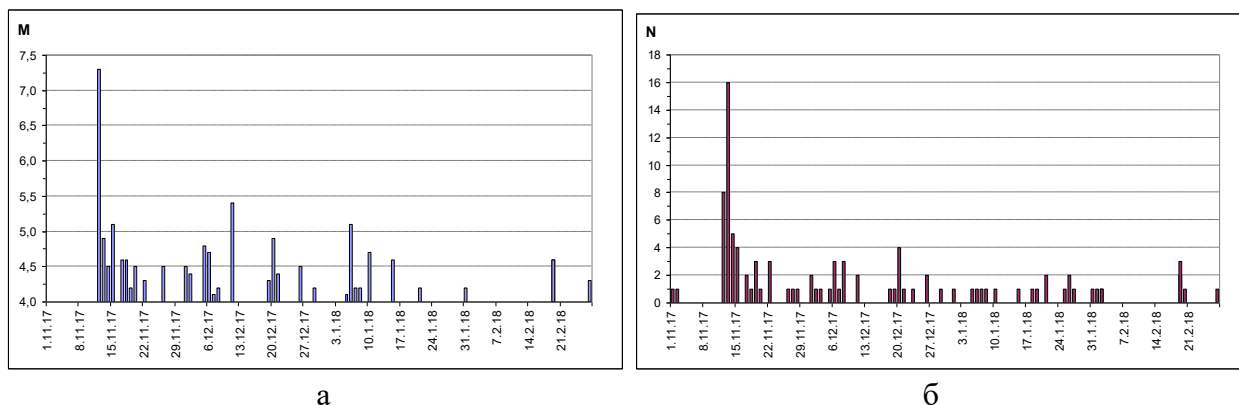


Рис. 11. Магнитуды сейсмических событий в анализируемой области (а) и число сейсмических событий (б) за период с ноября 2017 по март 2018 гг.

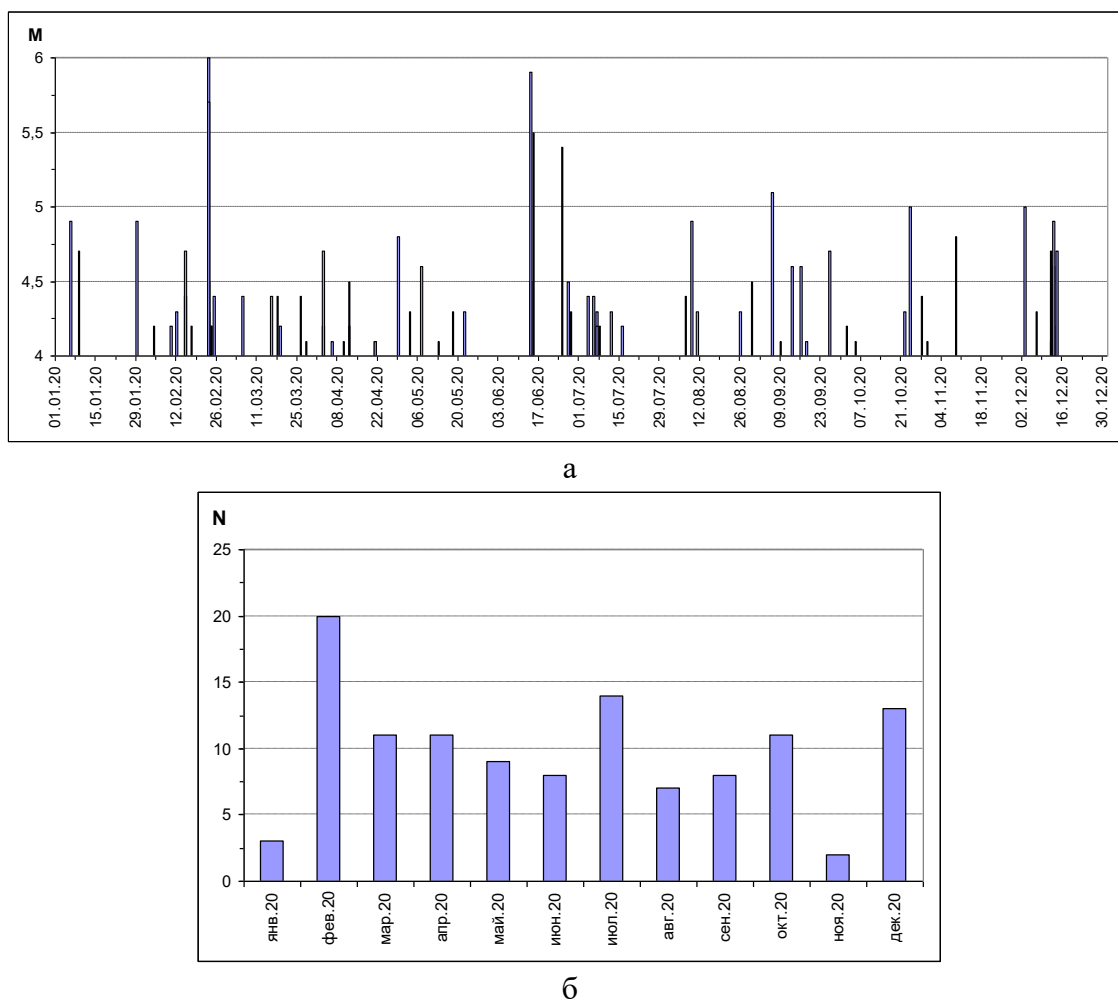


Рис. 12. Магнитуды сейсмических событий в анализируемой области (а) и число сейсмических событий (б) за 2020 г.

Рассмотрим как менялась сейсмичность в анализируемой нами области с 2020 по 2022 гг., до всплеска сейсмической активности на территории Турции в начале 2023 г.

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.

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 пТл, 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 пТл, т.е. ниже уровня обязательного воздействия. В 2022 г. значения AE –

индекса более 1000 пТл, а максимальные значения AE – индекса превышают 2000 пТл. Это позволяет нам сделать вывод. В вариациях модуля полного вектора геомагнитного поля Земли и вариациях кажущегося сопротивления горных пород КС в 2022 г. наблюдаются и эндогенные и экзогенные причины.

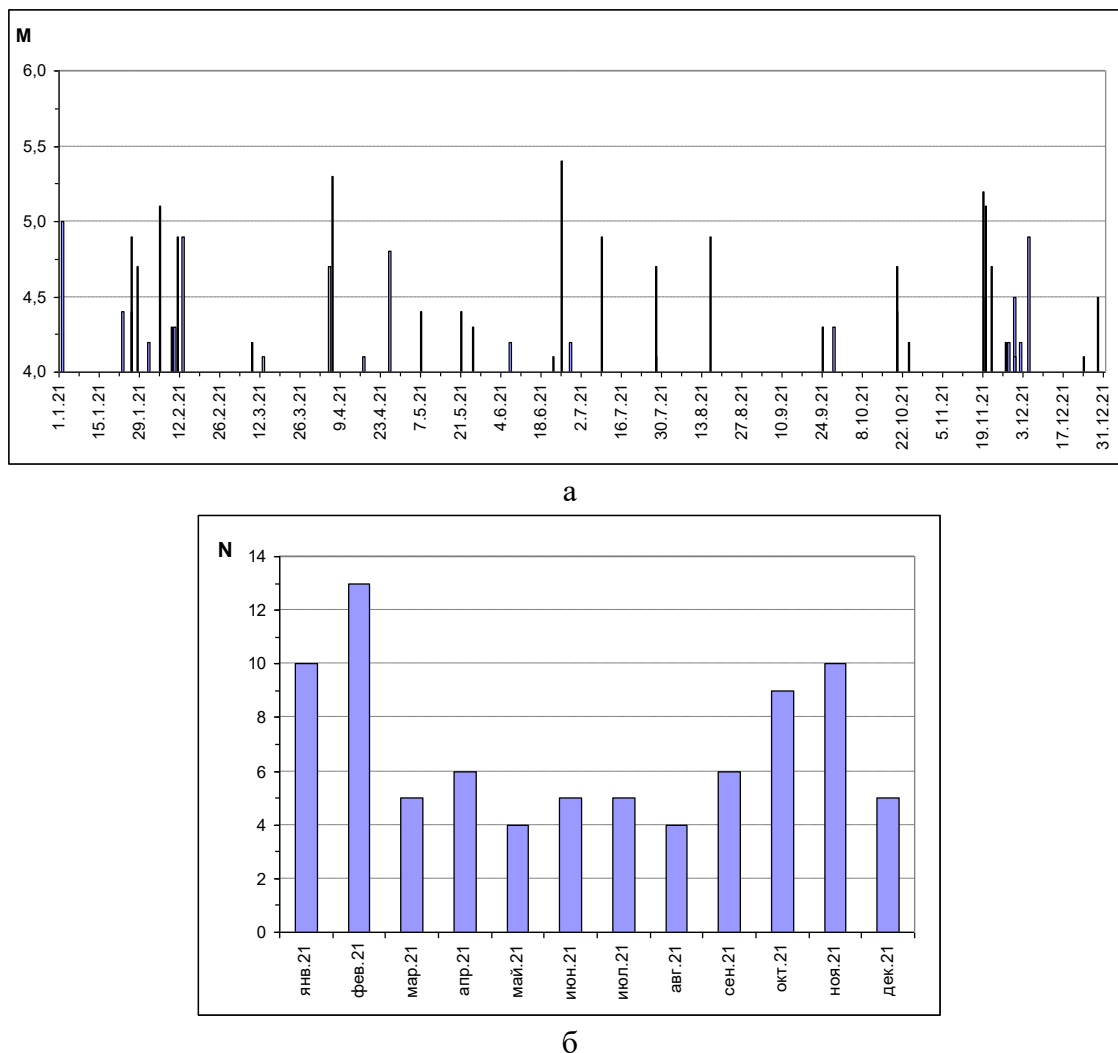
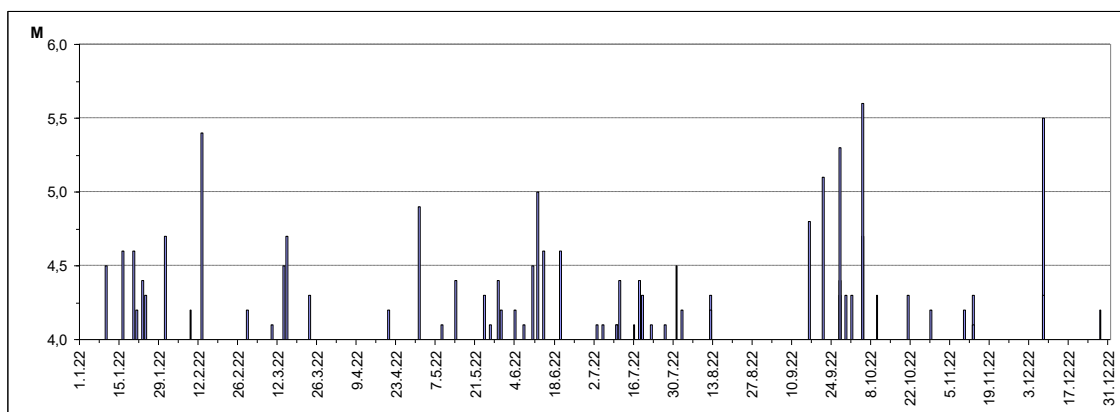


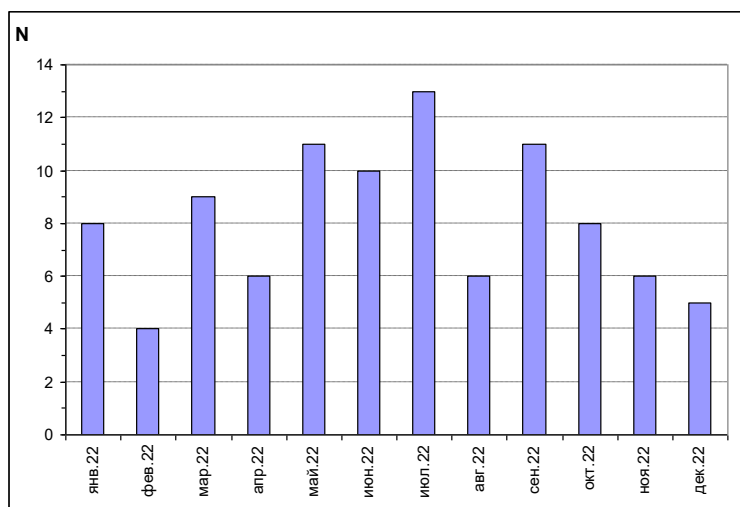
Рис. 13. Магнитуды сейсмических событий в анализируемой области (а) и число сейсмических событий (б) за 2021 г.

Предварительный 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 наблюдаемых параметров и синхронностью появлений на наблюдательных пунктах, что в 2020 и 2021 гг. не наблюдалось.

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 $36^\circ ВД$, для того чтобы в анализе использовать сейсмические события западной части Восточного Анатолийского разлома (рисунок 3), одного из самых сейсмоактивных мест на территории Турции.



а



б

Рис. 14. Магнитуды сейсмических событий в анализируемой области (а) и число сейсмических событий (б) за 2022 г.

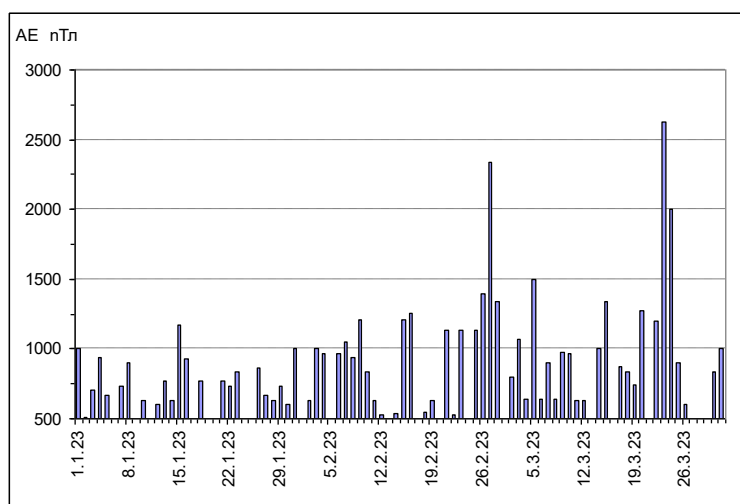


Рис. 15. Вариации AE - индекса геомагнитной активности в начале 2023 г. (фоновое значение AE - индекса 500 нТл).

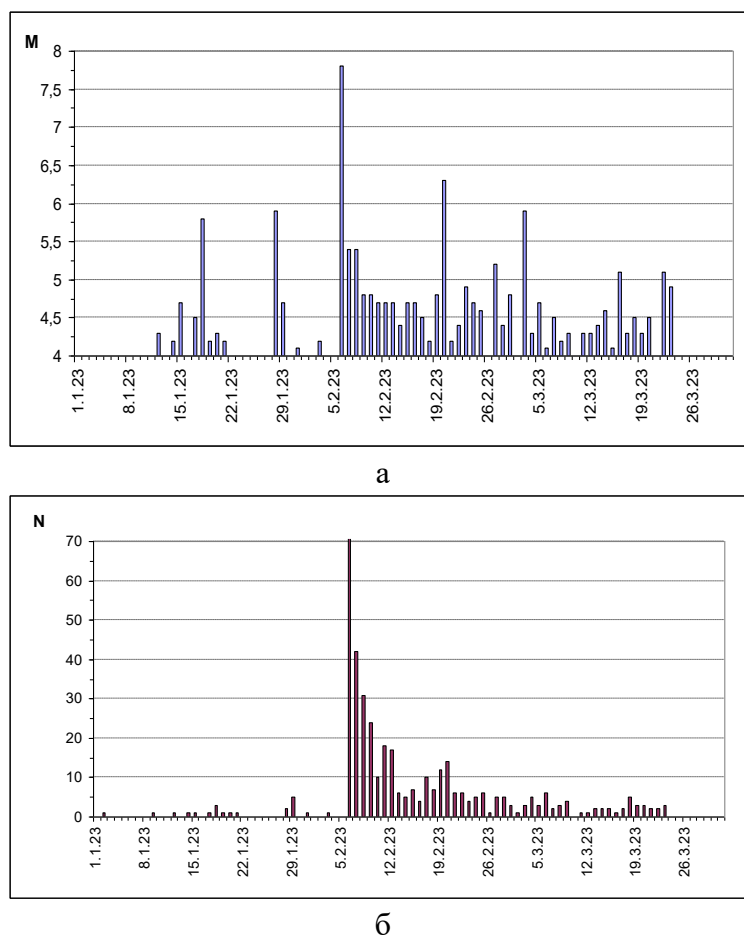


Рис. 16. Магнитуды сейсмических событий в анализируемой области (а) и число сейсмических событий ((б), 6.02.23 максимальное значение $N=149$) за период с января по март 2023 г.

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 $k < 0,2$.

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 1170пТл, 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. Это позволяет нам из экзогенных причин увеличения сейсмической активности в анализируемой области в начале 2023 г. Солнечно-Земные связи исключить.

Все сказанное выше позволяет нам сделать выводы:

- В всплеск сейсмической активности в конце октября 2011 и начале февраля 2023 гг. в анализируемой области (из экзогенных причин) основной вклад внесли ли гравитационные явления, связанные с движениями Земли в Солнечной системе;

- 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.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по теме НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808491-6-1.5.6.

Литература

1. Алиев И.А., Магомедов А.Г., Мусаев М.А. Анализ вариаций сейсмичности Восточного Кавказа и её проявление в наблюдаемых параметрах на сети пунктов наблюдений Дагестана в 2014 г. Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа» Труды Института геологии ДНЦ РАН. Махачкала. 2016. Вып. 66. С. 129-135.
2. Алиев И.А., Магомедов А.Г., Мусаев М.А. Анализ вариаций геофизических и геохимических параметров на сети пунктов наблюдений в сейсмоактивной области Дагестана Научный журнал «Геология и ресурсы Кавказа» Труды Института геологии ДНЦ РАН. Махачкала. 2016. Вып. 66. С. 136-143.
3. Алиев И.А., Магомедов А.Г., Идармачев А.Ш. Анализ вариаций геофизических полей в Черноморско-Кавказско-Каспийском регионе в свете современных геодинамических движений // Геология и геофизика юга России. №2. 2013. стр. 3-10.
4. 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.
5. Алиев И.А., Мусаев М.А. Особенности распределения эпицентров сейсмических событий в Черноморско-Кавказско-Каспийском регионе в свете современных геодинамических движений // Материалы десятой Международной Сейсмологической школы «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных» Азербайджан 14 – 18 сентября 2015 г. С. 10-13.
6. Булаева Н.М., Галаганов О.Н. Спутниковый мониторинг современных геодинамических движений на территории Дагестана // НТЖ Мониторинг. Наука и Технологии. № 1(2). 2010, с.27-35.
7. Викулин А.В. Введение в физику Земли. Изд. КГПУ, Петропавлоск-Камчатский, 2004, 240 с.
8. Заболотная Н.А. Индексы геомагнитной активности: Справочное пособие. Изд. 2-е, перераб. М.: Издательство ЛКИ, 2007. 88 с.
9. Садовский М.А., Болховитинов Л.Г., Писаренко В.Ф. Деформирование геофизической среды и сейсмический процесс. М.: Наука. 1987. 100с.
10. Уломо В.И. Выявление потенциальных очагов и долгосрочный прогноз сильных землетрясений на Северном Кавказе // "Изменение окружающей среды и климата. Природные и связанные с ними техногенные катастрофы. Монография в 8 томах (Ред. акад. Н.П.Лаверов, коллектив авторов). Том 1 "Сейсмические процессы и катастрофы" (Отв. ред. акад. А.О.Глико): М.: ИФЗ РАН. 2008, 404 стр. илл. С. 127-146, илл.
11. Vikulin A.V., Dolgaya A.A., Vikulina S.A. Geodynamics waves and gravity. Geodynamics & Tectonophysics 2014. 5(1), 291 – 303. doi: 10.5800/GT – 2014-5-1-0128
12. McClusky S. et al. Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus. Journal of Geophysical Research, 2000, 105, B3, pp.5695-5719.
13. Vernant Ph. et al. Present – day crustal deformation and plate kinematics in the Middle East constrained by GPS measurements in Iran and northern Oman. Geophysical Journal International, 2004, 157, pp.381-398.
14. www.emsc-csem.org

УДК 551.24

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-92-1-54-59

ГУНИБСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 8 ДЕКАБРЯ 2022 г. НА ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА

Асманов О.А., Адилов З.А.

Дагестанский филиал ФИЦ ЕГС РАН, adilov79@mail.ru

Институт геологии ДФИЦ РАН, Россия, г. Махачкала

Приводится инструментальное и макросейсмическое описание Гунибского землетрясения 8 декабря 2022 г. на территории Дагестана.

На территории сланцевого Дагестана, в Гунибском районе, 8 декабря в 06^h42^m произошло землетрясение с интенсивностью сотрясений в эпицентре $I_0=6$ баллов в 109 км юго-западнее от г. Махачкала. Ближайшим к эпицентру населённым пунктам было селение Гуниб, которое и дало название землетрясению.

GUNIB EARTHQUAKE ON DECEMBER 8, 2022 IN DAGESTAN

Asmanov O.A., Adilov Z.A.

Institute of Geology DFRC RAS, Makhachkala

An instrumental and macroseismic description of the Gunib earthquake on December 8, 2022 in the territory of Dagestan is given.

On the territory of shale Dagestan, in the Gunib region, on December 8 at 06:42 am, an earthquake occurred with an intensity of shaking at the epicenter of $I_0 = 6$ points, 109 km southwest of the city of Makhachkala. The nearest settlement to the epicenter was the village of Gunib, which gave the name to the earthquake.

Инструментальные данные. Гунибское землетрясение записали 692 сейсмических станций мировой сети. Его кинематические и динамические параметры представлены в таблице 1 по данным Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН [1] (сеть DRS) в сопоставлении с решениями международных сейсмологических центров, представленными в бюллетене ISC [9]. Положение эпицентра по данным DRS и разных сейсмологических служб показано на рис. 1.

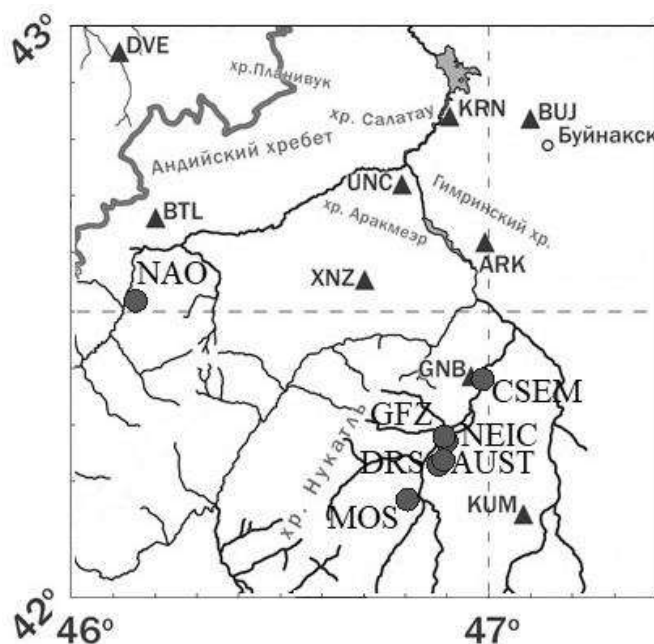


Рис. 1. Решения эпицентра Гунибского землетрясения 8 декабря 2022 г. по данным разных сейсмологических центров (табл. 1).

Таблица 1.

Основные параметры Гунибского землетрясения 8 декабря 2022 г. с $K_p=13.6$; $M=5.3$ по данным Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН в сопоставлении с определениями других агентств.

Агентство	t_0 , ч мин с	δt_0 , с	Гипоцентр						Магнитуда	Источник
			φ° , N	$\delta\varphi^\circ$	λ° , E	$\delta\lambda^\circ$	h , км	δh , км		
DRS	06 4216.87	0.00	42.231		46.874		33		$K_p=13.62$	[1]
MOS	06 42 15		42.170		46.800		30.0		$M_B=5.6$	[9]
CSEM	06 42 09.9		42.380		46.980					– " –
NEIC	06 42 15.83		42.272		46.893		60.0		$m_b=5.5/602$	– " –
AUST	06 42 15.17		42.239		46.886		61.0		$M_w=5.5/36$	– " –
GFZ	06 42 16.14		42.280		46.888		63.0		$M_w=5.4/177$	
NAO	06 42 15.94	0.10	42.517	113	46.151	91	25.0f		$m_b=4.5$	– " –

Примечание. DRS – Дагестанский филиал ФИЦ ЕГС РАН; MOS – ФИЦ ЕГС РАН, Обнинск, Россия; CSEM – Centre Sismologique Euro-Mediterraneen, France; NEIC – National Earthquake Information Center, USA; AUST – Geoscience Australia; GFZ – German Research Centre For Geosciences; NAO – Stiftelsen NORSAR, Norway.

Как видно из таблицы 1 и рис. 1 решения для эпицентров близки по данным разных служб, кроме норвежской службы NAO, причем разброс по долготе почти в два раза меньше разброса по широте. Разброс по глубинам составляет от 25 до 63 км.

Форшоки и афтершоки землетрясения 8 декабря 2022 г. приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Основные параметры форшоков и афтершоков Гунибского землетрясения 8 декабря 2022 г.

№	Дата, дн. мес.	t_0 ч. мин. с.	Эпицентр		h , км	K_p
			φ° N	λ° E		
Форшоки						
1	30.11	14 0215.09	42.16	46.81	3	5.6
Основной толчок						
1	08.12	064216.87	42.23	46.87	30	14.3
Афтершоки						
1	08.12	071605.09	42.12	46.61	2	10.14
2	08.12	07 30 00.05	42.12	46.57	3	7.29
3	08.12	08 13 53.08	42.09	46.63	15	7.99
4	08.12	09 3255.09	42.15	46.70	3	7.46
5	08.12	10 21 27.0	42.21	46.73	54	11.27
6	08.12	22 2846.08	42.19	46.83	54	6.08
7	09.12	07 59 30.03	42.00	46.00	24	5.2
8	09.12	15 36 44.10	42.20	46.83	33	6.07
9	10.12	05 1501.80	42.19	46.07	18	5.6
10	10.12	12 28 45.00	42.12	46.89	54	8.72
11	10.12	14 4620.00	42.21	46.85	54	7.14
12	13.12	18 39 18.09	41.96	46.71	3	5.89
13	15.12	02 0230.07	42.21	46.83	54	7.56
14	15.12	17 13 01.06	42.06	46.67	33	5.36
15	17.12	02 0432.00	42.45	46.65	39	6.0
16	17.12	02 5029.00	42.14	46.65	3	5.38

Сейсмическому событию 8 декабря предшествовал всего один форшок с $K_p=5.6$, произошедший 30 ноября в 14^h02^m.

Наибольшее число афтершоков зарегистрировано в первые три дня после главного события (11 афтершоков с $K_p=5.6-11.27$). Афтершоковое поле имеет форму эллипса с осями 28×38 км, с простираем большей оси с юго-запада на северо-восток. Распределение глубин основного события и афтершоков показывает на нарастание глубин афтершоков.

В настоящее время сейсмичность в районе Гуниба находится под наблюдением сейсмостанций сети цифровых сейсмических станций Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН (Гуниб, Хунзах, Кумух, Тлярата и Аракани), что позволяет без пропусков регистрировать все землетрясения с 5 энергетического класса и выше.

Макросейсмические сведения. Сведения о макросейсмических проявлениях землетрясения получены сотрудниками Дагестанского филиала ЕГС РАН путем телефонного опроса населения 37 населенных пунктов Республики Дагестан. Оценка интенсивности сотрясений в результате землетрясения основана на реакции населения, предметов и объектов, степени повреждений зданий в соответствии со шкалой ШСИ-17 [8].

Интенсивность сотрясений 6 баллов охватила площадь около 690 км^2 , где расположились следующие села: Чох ($\Delta=4$ км), Гуниб ($\Delta=6.5$ км), Ругуджа ($\Delta=7$ км), Бограда ($\Delta=8$ км), Купа ($\Delta=13$ км), Бухты ($\Delta=13$ км), Цудахар ($\Delta=14$ км).

В этих населенных пунктах пострадали отдельные дома: появились трещины в стенах и перекрытиях; замечено выпадение облицовки стен; в стенах и перегородках появились косые и близкие к вертикали сквозные трещины с раскрытием 1-3 мм; возникли трещины, оконтуривающие по периметру оконные и дверные проёмы; отвалились куски штукатурки потолков. Землетрясение здесь ощущалось большинством людей, как внутри помещений, так и под открытым небом, многие люди ощущали сильные толчки снизу. По словам очевидцев, дрожали окна, звенела посуда. В некоторых жилищах выпадали предметы из шкафов.

Территория площадью около 9570 км^2 характеризуется интенсивностью сотрясений 5-6 баллов, где расположились селения: Кумух, Леваша, Аракани, Хунзах, Какашура.

Пятибалльный макросейсмический эффект наблюдался в селах: Кули, Унцукуль, Инхо, Буйнакск, Каранай, Тлярата, Карабудахкент. Землетрясение в этих населённых пунктах ощущалось всеми жителями, находившимися внутри помещений, и некоторыми людьми, находившимися вне помещений. Во время землетрясения раскачивались люстры, дребезжала посуда, в некоторых домах появились тонкие трещины в штукатурке стен и потолков. В некоторых домах упали лёгкие предметы.

В результате Гунибского землетрясения в Гумбетовском районе Дагестана произошёл камнепад, в результате которого на автодороге Хасавюрт – Тлох был повреждён автомобиль «Лада Веста». В машине находились четыре человека, в том числе и ребёнок. Трое пострадавших лёгкой степени тяжести были доставлены в больницу, а ребёнок получил тяжёлые травмы.

Площадь охвата сотрясений 4-5 и 4 баллов составила около 42200 км^2 , где расположены населённые пункты: Сергокала, Ботлих, Дубки, Тпиг, Махачкала, Белоканы (Азербайджан), Кидро, Дылым, Сулак, Мамедкала, Рутул, Хасавюрт. Землетрясение в этих населённых пунктах ощущалось многими жителями, находившимися преимущественно в помещениях. Звенела посуда, дрожала мебель, легко раскачивались люстры. В некоторых домах появились тонкие трещины в штукатурке.

В населённых пунктах Дербент, Ахты, Касумкент, Бабаюрт, Грозный и Кизлярсила сотрясений достигла 3-4 баллов. Землетрясение замечено отдельными людьми в состоянии покоя. Дребезжала посуда, легко колебались всяческие предметы, слышался гул напоминающий шум автотранспорта. Вся информация об интенсивности сотрясений в разных пунктах приведена в таблице 3.

Гунибское землетрясение ощущалось не только в Республике Дагестан, но и в других регионах Северного-Кавказа – в Чечне, на Ставрополье, в Северной Осетии, в Кабардино-Балкарии, а также в соседних странах – в Азербайджане и в Грузии.

Таблица 3.

Макросейсмические данные Гунибского землетрясения 8 декабря 2022 г.

№	Пункт	φ°, N	λ°, E	$\Delta^*, км$	№	Пункт	φ°, N	λ°, E	$\Delta, км$
	Макросейсмический эпицентр	43.05	47.01	–	4-5 баллов				
6 баллов					20	Сергокала	42.45	47.66	56
1	Чох	42.32	47.03	4	21	Ботлих	42.66	47.63	72
2	Гуниб	42.38	46.96	6.5	22	Дубки	43.02	46.83	76
3	Ругуджа	42.36	46.91	7	23	Тпиг	41.78	47.59	79
4	Бацада	42.30	46.90	8	24	Махачкала	42.97	47.51	80
5	Куппа	42.42	47.12	13	25	Белоканы (Азербайджан)	41.70	46.40	83
6	Бухты	42.24	46.98	13	26	Кидеро	42.19	45.95	84
7	Цудахар	42.34	47.15	14	27	Дылым	43.06	46.63	85
5-6 баллов					28	Сулак	43.27	47.51	
8	Кумух	42.17	47.11	22	4 балла				
9	Леваши	42.43	47.33	27	29	Мамедкала	42.16	48.11	96
10	Аракани	42.61	46.99	30	30	Рутул	41.53	47.42	97
11	Хунзах	42.54	46.70	33	31	Хасавюрт	43.25	46.58	108
12	Какашура	42.65	47.39	46	3-4 балла				
5 баллов					32	Дербент	42.06	48.28	112
13	Кули	42.30	47.21	42	33	Ахты	41.46	47.75	118
14	Унцукуль	42.71	46.78	45	34	Касумкент	41.67	48.15	122
15	Инхо	42.70	46.50	52	35	Бабаюрт	43.59	46.77	138
16	Буйнакск	42.82	47.11	54	36	Грозный	43.31	45.68	151
17	Каранай	42.82	46.90	54	37	Кизляр	43.84	46.71	167
18	Тлярата	42.10	46.35	57					
19	Карабудахкент	42.70	47.56	62					

На рисунке 2 приведена карта изосейст Гунибского землетрясения, с которой были сняты координаты макросейсмического эпицентра, равные $\varphi = 43.05^{\circ}N$; $\lambda = 47.01^{\circ}E$.

Таблица 4.

Параметры исторических землетрясений за период 1975 - 2017 гг. в районе эпицентра Гунибского землетрясения 8 декабря 2022 г.

№	Дата число. мес. год	Время ч.мин. с.	Эпицентр		h, км	M_s	I_0	Источник
			φ°, N	λ°, E				
1	14.01.1975	001518.40	42.40	47.30	60	5	4	7
2	05.05.1987	10 4047.5	42.10	46.53	25	4.77	5	7
3	21.10.1991	11 5822.4	41.95	46.83	10	4.5	5-6	7
4	19.03.1993	20 03 16.5	41.87	46.78	10	4.2	5-6	7
5	18.02.2001	15 3038.1	42.56	46.82	60	4.3	3-4	7
6	05.02.2010	14 0421.0	42.45	46.52	10	4.2	5-6	2
7	03.05.2017	08 5347.1	41.96	46.68	30	5.3	5-6	4
8	08.12.2022	06 4216.0	42.23	46.87	30	5.3	5-6	4

Расчётная интенсивность сотрясений в эпицентре по известному макросейсмическому уравнению Н.В. Шебалина [6] с использованием значений коэффициентов, определённых для территории Дагестана [5]: $I_0 = 1.5M_s - 3.6lg(h) + 3.1$, составила $I_0=5.7$ балла, а макросейсмическая глубина гипоцентра – $h_m=25$ км.

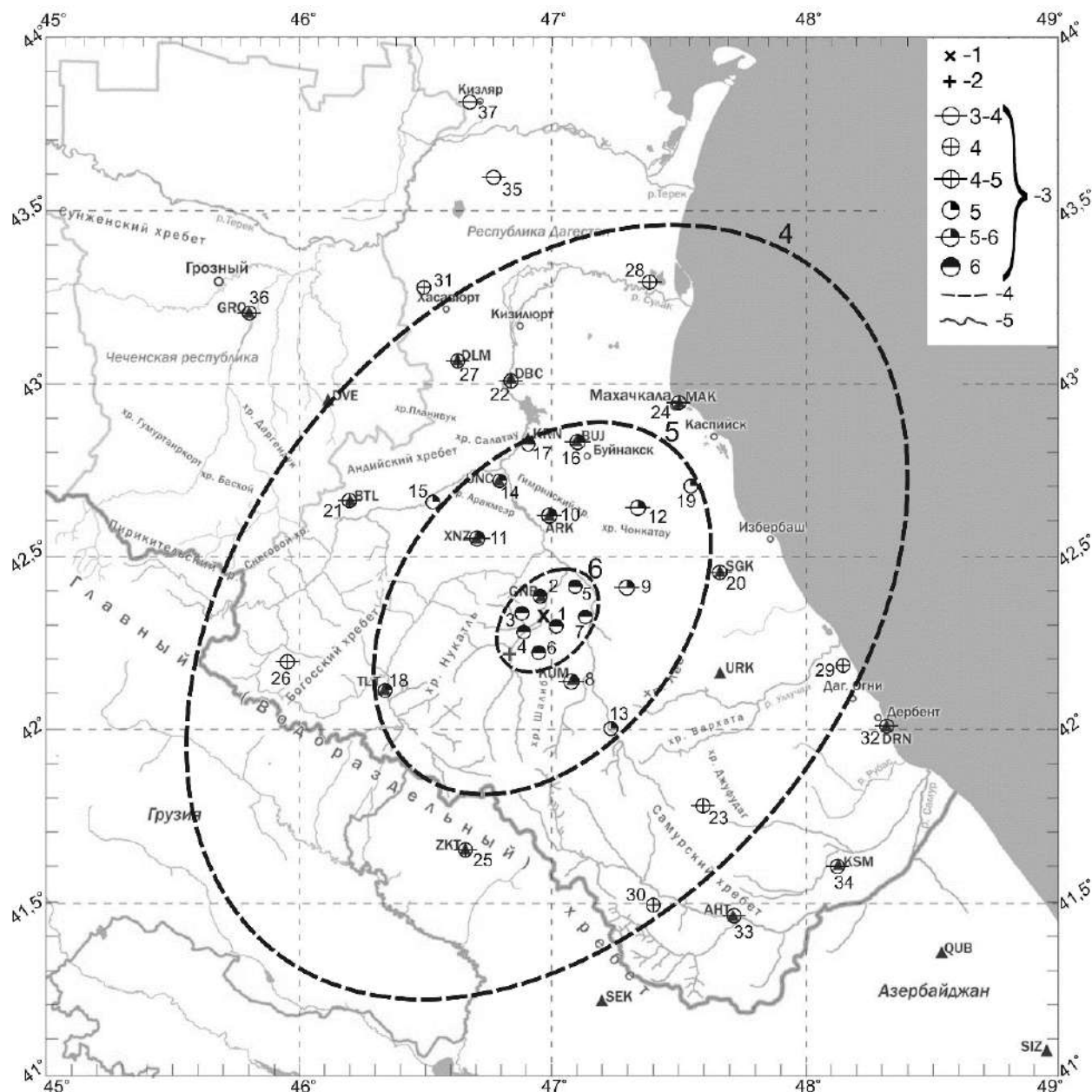


Рис. 2. Карта изосейст Гунибского землетрясения 8 декабря 2022 г.: 1, 2 – макросейсмический и инструментальный эпицентры соответственно; 3 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале ШСИ-17; 4 – изосейсты; 5 – государственная граница.

История сейсмичности исследованной территории. Район Гунибского землетрясения характеризуется достаточно высокой сейсмичностью [7]. По историческим инструментальным данным [3], в этом районе происходили сильные землетрясения: 14.01.1975 г. с $M_s=5.0$; 05.05.1987 г. с $M_s=4.8$; 21.10.1991 г. с $M_s=4.5$; 19.03.1993 г. с $M_s=4.2$; 18.02.2001 г. с $M_s=4.3$; 05.02.2010 г. с $M_s=4.2$ и 03.05.2017 г. с $M_s=5.3$ (таблица 4). Карта эпицентров исторических землетрясений приведена на рис. 3.

Магнитуда всех исторических землетрясений не превышала $M_s=5.3$. Магнитуда Гунибского землетрясения оказалась равной $M_s=5.3$.

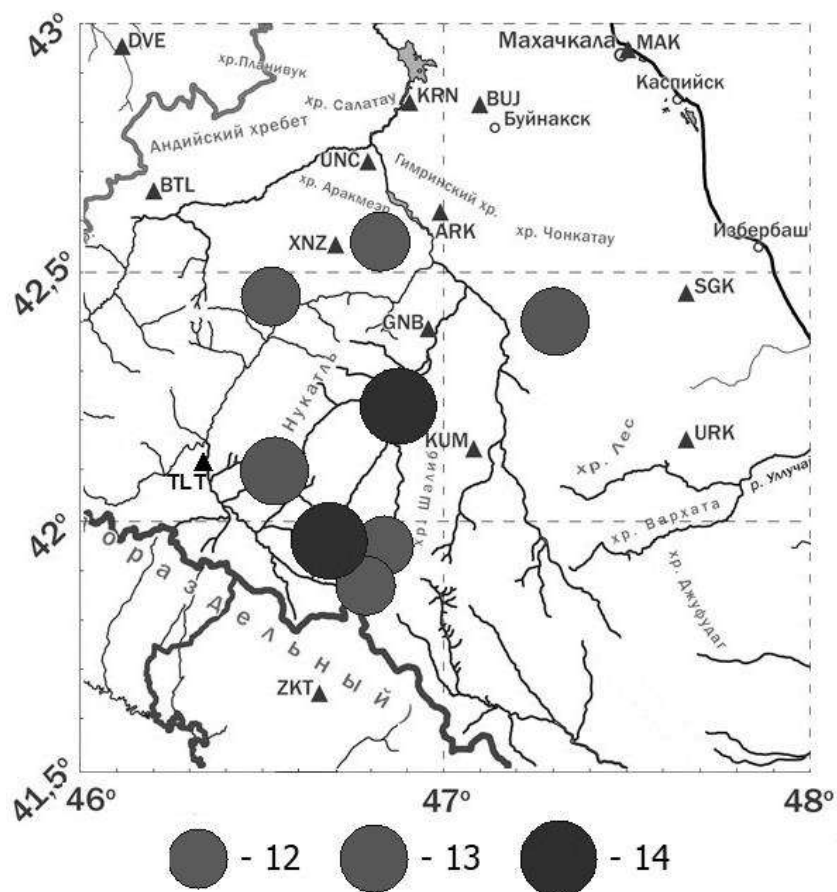


Рис.3. Карта эпицентров исторических землетрясений в очаговой зоне Гунибского землетрясения за 1975-1=2022 гг.

Литература

1. Адилов З.А., Асекова З.О., Гамидова А.М., Мусалаева З.А., Сагателова Е.Ю., Павличенко И.Н., Шахмарданова С.Г. // Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана в 2022 г. – Махачкала: Фонды ДФ ФИЦ ЕГС РАН, 2022 г.
2. Адилов З.А., Асманов О.А., Батыров Т.Б., Даниялов М.Г., Левкович Р.А. Дагестан // Землетрясения Северной Евразии в 2010 г. – Обнинск, 2016. – С.102-104.
3. Асманов О.А., Левкович Р.А., Магомедов А.М., Смирнова М.Н. Северный Кавказ // Сейсмическое районирование территории СССР. – М.: Наука, 1980. – С.120-126.
4. Асманов О.А., Магомедов Х.Д. Адилов З.А., Асекова З.О. Ощутимые землетрясения Дагестана в 2016-2017 гг. // Землетрясения Северной Евразии. Вып. 25. – Обнинск, 2022. – С.261-277.
5. Асманов О.А., Мусалаева З.А. Определение коэффициентов уравнения макросейсмического поля Дагестана // Сейсмологический бюллетень Кавказа 1976 г. – Тбилиси: Мецниереба, 1979. –С. 134–138.
6. Шебалин Н.В. Методы использования инженерно-сейсмологических данных при сейсмическом районировании // Сейсмическое районирование СССР. – М.: Наука, 1968. – С. 95–111.
7. Общий каталог землетрясений на территории Дагестана. Макросейсмические и инструментальные данные о землетрясениях за период с VII в.н.э. до 2005 года. – Махачкала: Эпоха, 1997. – 394 с.
8. <https://meganorm.ru/Data2/1/4293744/4293744659.pdf>
9. <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/bulletin/>

УДК 551.24

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-92-1-60-64

СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ДАГЕСТАНА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В 2009-2015 гг.

Асманов О.А., Адиллов З.А., Махмиев К.П.

Дагестанский филиал Единой геофизической службы РАН, г. Махачкала

Анализируется сейсмичность Дагестана и смежных районов в период 2009-2015 гг. на основании каталога землетрясений, составленного по данным аналоговых и цифровых сейсмостанций Дагестанского филиала ГС РАН.

Ключевые слова: энергетический класс, территория Дагестана, суммарная сейсмическая энергия, карта эпицентров землетрясений.

SEISMIC ACTIVITY OF THE TERRITORY OF DAGESTAN AND ADJACENT TERRITORIES IN 2009-2015

Asmanov O.A., Adilov Z.A., Maktiev K.P.

Dagestan branch of the GS RAS, Makhachkala

The seismicity of Dagestan and adjacent areas in the period 2009-2015 is analyzed on the basis of the earthquake catalog compiled according to the data of analog and digital seismic stations of the Dagestan branch of the GS RAS.

Keywords: energy class, Dagestan territory, total seismic energy, map of earthquake epicenters.

В 2009-2015 гг. на территории Дагестана и прилегающих районов зарегистрировано 219 землетрясений с энергетическим классом выше десяти ($K_p \geq 10$), карта эпицентров которых изображена на рисунке 1.

Рассмотрим сейсмичность рассматриваемой территории, разделив ее на пять регионов: I – территория Дагестана; II – территория Чеченской Республики; III – территория приграничного Азербайджана; IV – территория приграничной Грузии; V – прибрежная акватория Каспийского моря.

I. На территории Дагестана эпицентры землетрясений пространственно распределены неравномерно, здесь выделяется несколько районов кластеризации очагов: приграничный район с Чеченской республикой; район Дагестанского клина; район Богосского хребта; прибрежный участок Южного Дагестана; Юго-западный Дагестан в районе Главного Кавказского хребта. Выделившаяся суммарная энергия землетрясений на территории Дагестана в рассматриваемые годы составляет $\sum E = 23,24 * 10^{12}$ Дж.

Эпицентр землетрясения, произошедшего 16 апреля 2013 г. в 12^h27^m по Гринвичу, находился в 70 км к юго-западу от г. Махачкалы и 11 км к югу от районного центра Сергокалинского района – сел. Сергокала. Он локализован вблизи населенного пункта Кичи-Гамри ($\Delta = 3,5$ км), откуда и название – Кичи-Гамринское землетрясение. Кинематические и динамические параметры землетрясения составляют: $T_0 = 12-26-57,87$; $K_p = 12,7$; $M_s = 4,8$; $h = 12$ км; $\varphi = 42,36^{\circ}N$, $\lambda = 47,70^{\circ}E$. Указанные параметры определены региональной сетью сейсмических станций Дагестанского филиала ГС РАН.

В связи с небольшой плотностью застройки, наиболее заметные мак-росейсмические эффекты землетрясения наблюдались лишь в трёх населенных пунктах (Кичи-Гамри, Мамаул, Мюрего) Сергокалинского района. Интенсивность сотрясения в эпицентре составила 6 баллов. Тектоническая позиция этого землетрясения связывается с областью пересечения Гамри-Озенского и Владикавказского глубинного разломов [2].

Эпицентр шестибалльного землетрясения на территории Грузии, произошедшего 17 сентября 2013 г. в $04^{\text{h}}09^{\text{m}}$, находился в юго-западной части Главного Кавказского хребта, вблизи пересечения с Левантийско-Тбилиско-Аграханским разломом, в 10–15 км от границы Республики Дагестан. Координаты инструментального эпицентра данного события, определенные по данным 14 сейсмических станций Дагестанского филиала ФИЦ ЕГС РАН, оказались равными: $\varphi=42,14^{\circ}$ N и $\lambda=45,75^{\circ}$ E. По сообщениям СМИ Грузии, землетрясение ощущалось во многих населенных пунктах, в ряде из которых оно вызвало панику среди жителей. В Азербайджане и Армении интенсивность сотрясений составила 3–4 балла[3].

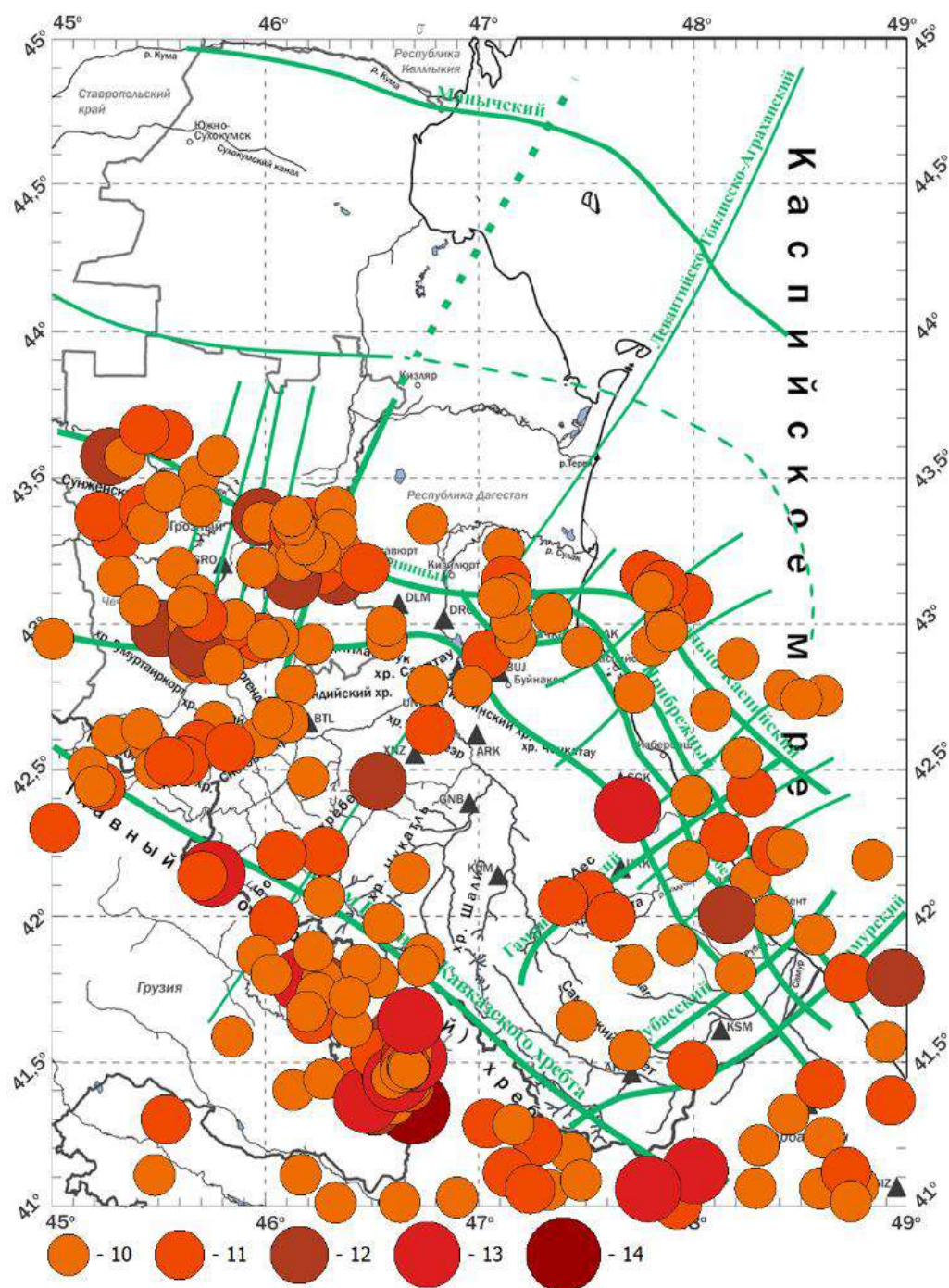


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Дагестана и прилегающих районов за 2009-2015 гг.

В Южном Дагестане 1 сентября 2011 г. в 20^h41^mв прибрежной части Каспийского моря произошло землетрясение с $K_p=11$. Оно ощущалось в Дербенте с интенсивностью сотрясений $I_0=4$ балла [1].

5 февраля 2010 г. в 14^h04^mпроизошло землетрясение с $K_p=11,6$ в Центральном Дагестане, эпицентр которого находился недалеко от селения Хунзах.

На территории Дагестанского клина произошло землетрясение 16 февраля 2014 г. в 05^h17^mс $K_p=10,5$, которое относится к Срединному разлому.

В северной части приграничного с Дагестаном Азербайджана произошли землетрясения 29 сентября 2014 г. в 01^h38^m с $K_p=12,9$ и 4 октября того же года в 04^h59^mс $K_p=12,1$, которые ощущались в Дербентском, Касумкентском, Ахтынском и Рутульском районах Южного Дагестана [6].

На приграничной с Дагестаном территории Чеченской Республики были зарегистрированы два землетрясения 2 июня 2014 г. в 08^h07^mс $K_p=11,5$ и 24 ноября того же года в 19^h05^m с $K_p=11,1$. Первое ощущалось с интенсивностью сотрясений $I_0=3-4$ балла в Грозном, Гудермесе, Толстой-Юрте и 3 балла – в Буйнакске и Дубки.

Распределение эпицентров землетрясений по энергетическим классам K_p за период 2009-2015 гг. по пяти регионам приведено в таблице 1.

Таблица 1.

Распределение числа землетрясений по энергетическим классам K_p за период 2009-2015 гг.

Регионы	Энергетический класс, K_p					
	10	11	12	13	14	$\sum E * 10^{12} \text{Дж}$
Приграничная зона Азербайджана	35	11	1	2	1	122,45
Приграничная зона Грузии	18	6	5	5	0	55,76
Республика Дагестан	24	10	2	2	0	23,24
Чеченская Республика	47	19	7	0	0	9,37
Акватория Каспийского моря	16	7	1	0	0	1,86
Итого:	140	53	16	9	1	214,0

II. На территории Чеченской Республики выделяются 4 района: северо-западный район Сунженского хребта, где локализованы землетрясения энергетических классов $K_p=10-12$ по месту прохождения Срединного разлома; приграничная с Дагестаном восточная часть Чечни, где также зарегистрированы землетрясения энергетических классов $K_p=10-12$; центральная часть Чеченской Республики в широтном направлении вдоль Черногорского глубинного разлома; юго-восточный район, где отмечена серия землетрясений с $K_p=10-11$. Выделившаяся суммарная энергия землетрясений на территории Чеченской Республики в рассматриваемые годы составляет $\sum E = 9,37 * 10^{12} \text{Дж}$.

В восточной части территории Чеченской республики произошли следующие землетрясения: 17 мая 2009 г. в 15^h03^mс $K_p = 11,8$; 25 августа в 11^h12^mс $K_p = 11,1$; 16 ноября в 07^h31^m с $K_p = 11,9$. Значительную часть из местных землетрясений можно отнести к афтершокам сильного Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. с $M_s = 5,6$.

9 июня 2010 г. в 17^h25^mпроизошло землетрясение с $K_p=11,3$, которое ощущалось в Грозном с интенсивностью сотрясений 4-5 баллов.

13 января 2011 г. в 02^h50^m произошло землетрясение в эпицентральной области Курчалойского землетрясения с $K_p=11,2$.

К заметным землетрясениям можно отнести землетрясения: 18 октября 2012 г. в 06^h55^mс $K_p = 10,5$; 15 августа 2013 г. в 11^h11^mс $K_p = 10,6$; 22 января 2015 г. в 23^h19^mс $K_p = 10,9$.

За семилетний период времени на территории Чеченской республики произошло 73 землетрясения землетрясений с $K_p \geq 10$, из них для 47 землетрясений $K_p=10$.

III. На территории приграничного Азербайджана сейсмичность сосредоточена: в Закатальском районе северо-западного Азербайджана; в приграничном с Южным Дагестаном районе и в северо-восточной части Азербайджана, где зарегистрированы землетрясения с $K_p=10-14$.

Выделившаяся суммарная сейсмическая энергия в рассматриваемые годы в этом регионе составляет $\sum E = 122,45 \times 10^{12}$ Дж.

В Закатальском районе Азербайджана 7 мая 2012 г. в 04^h40^m и в 14^h15^m с 10 часовым интервалом произошли землетрясения с $M_s = 5,6$ ($K_p=13,6$) и $M_s = 5,7$ ($K_p=12,6$). Землетрясения сопровождались многочисленными афтершоками, наиболее сильный из которых с $K_p=10,5$ был зарегистрирован в 14^h36^m. Оба землетрясения ощущались на территории Южного Дагестана [4]. Можно предположить, что эти землетрясения являются следствием геодинамического режима земной коры Закатальской очаговой зоны, параметры которого обусловлены подвижками земной коры по системе продольных (общекавказского простирания) и поперечных (антикавказского простирания) разломов. Среди последних главная роль принадлежит, по всей вероятности, паре правосторонних сдвигов – Казах-Сигнахскому и Гянджачай-Алазанскому.

17 октября 2012 г. в 10^h13^m в Балакенском районе произошло землетрясение с $K_p=13,4$ и интенсивностью $I_0 = 7$ баллов [5].

07 октября 2012 г. в 11^h12^m произошло землетрясение с $M_s = 5,3$ в пределах юго-восточного сегмента Большого Кавказа по Западно-Каспийскому разлому.

В Шекинском районе территории приграничного Азербайджана и в приграничной зоне Южного Дагестана отмечается скопление очагов землетрясений: 7 мая 2012 г. в 05^h40^m с $K_p = 11,6$; 18 апреля 2013 г. в 20^h30^m с $K_p = 11,2$; 29 сентября 2014 г. в 01^h38^m с $K_p = 13,3$; 4 сентября 2015 г. в 04^h49^m с $K_p = 12,4$.

IV. На территории приграничной Грузии очаги землетрясений с $K_p=10-13$ локализованы вдоль границы с Азербайджаном и Южным Дагестаном, и суммарная выделившаяся их энергия составляет $\sum E = 55,76 \times 10^{12}$ Дж.

Наибольшая активность здесь приходится на 2012 г. 14 октября 2012 г. в 10^h13^m произошло землетрясение с $K_p=13,4$, которое ощущалось на приграничных территориях Грузии и Азербайджана с интенсивностью $I_0 = 6$ баллов [5]. 7 мая 2012 г. были зарегистрированы два землетрясения в 05^h34^m с $K_p=11,9$ и в 14^h15^m с $K_p=12,6$. 18 мая 2012 г. в 14^h47^m произошло землетрясение с $K_p=12,7$ и 29 июня 2014 г. в 17^h26^m было зарегистрировано землетрясение с $K_p=13$.

V. В прибрежной акватории Каспийского моря зарегистрированы следующие землетрясения: 20 июня 2009 г. в 22^h35^m с $K_p = 11,4$; 2 июля в 01^h08^m с $K_p = 10,7$ и 4 ноября в 21^h10^m с $K_p = 10,2$, локализованные севернее Дербента [1]; 24 августа 2011 г. в 10^h05^m с $K_p = 10,9$ (ощущалось в Каспийске и Махачкале с интенсивностью сотрясений $I_0 = 3-4$ балла); 19 сентября в 19^h14^m с $K_p = 9,5$ (ощущалось в Каспийске с интенсивностью сотрясений $I_0=3$ балла и в Махачкале – $I_0 = 2-3$ балла); 15 марта 2014 г. в 00^h58^m с $K_p = 11,5$; 16 июня 2015 г. в 13^h50^m с $K_p = 10,5$. Суммарная энергия за исследуемый период времени $\sum E = 1,86 \times 10^{12}$ Дж.

За анализируемый период времени суммарная сейсмическая энергия на всей исследуемой территории ($\sum E=214,2 \times 10^{12}$ Дж) в 1,48 раз выше суммарной сейсмической энергии предыдущего семилетия ($\sum E=144,5 \times 10^{12}$ Дж). Количество землетрясений в период 2009-2015 гг. с $K_p \geq 10$ составляет 219, а в период 2003-2008 гг. – 239.

Заключение

В заключении можно отметить, что в Дагестане в 2012-14 гг. наблюдался высокий показатель высвобождения суммарной сейсмической энергии.

Максимальная выделившаяся суммарная сейсмическая энергия $\sum E$ приходится на территорию приграничного Азербайджана и составляет $\sum E = 122,45 \times 10^{12}$ Дж, а минимальная – на прибрежную акваторию Каспийского моря. Значение высвободившейся сейсмической энергии

территории приграничного Азербайджана составляет 57% от общей высвободившейся суммарной сейсмической энергии.

Литература

1. Амиров С.Р., Мусалаева З.А., Гамидова А.М., Абдуллаева А.Р., Сагателова Е.Ю. // Каталог (оригинал) землетрясений Дагестана за 2009-2015 г.– Махачкала: Фонды ДФ ФИЦ ЕГС РАН, 2015 г.
2. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Мирзалиев М.М., Магомедов Х.Д., Адиллов З.А. Кичи-Гамринское-II землетрясение 16 апреля 2013 г. с $K_p=12.7$, $M_S=4.5$, $I_0=6$ (Центральный Дагестан) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 370–376. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.33
3. Асманов О.А., Даниялов М.Г., Магомедов Х.Д., Адиллов З.А. Грузино-Дагестанское землетрясение 17 сентября 2013 г. с $K_p=12.9$, $M_S=5.0$, $I_0=6$ на территории Дагестана // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 445–452. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.39
4. Етирмишли Г.Д., Казимова С.Э., Исмаилова С.С., Гаравелиев Э.С. Загатальское-III землетрясение 7 мая 2012 г. в 04^h40^m с $M_{L\text{ Азр}}=5.6$, $I_0=7$ и Загатальское-IV землетрясение в 14^h15^m с $M_{L\text{ Азр}}=5.7$, $M_w=5.3$, $I_0=7$ (Азербайджан). // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 332-334.
5. Етирмишли Г.Д., Исмаилова С.С., Гаравелиев Э.С., Казимов И.Э. Балакенское землетрясение 14 октября 2012 г. с $M_{L\text{ Азр}}=5.6$, $I_0=7$ (Азербайджан). // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 401-407.
6. Габсатарова И.П., Королецки Л.Н., Саяпина А.А., Багаева С.С., Адиллов З.А., Асманов О.А. Северный Кавказ// Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 68-81.

УДК 38.53.29

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-92-1-65-68

ОЦЕНКА ПРОЦЕССОВ РАДИОТЕПЛОГЕНЕРАЦИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА НА ПРИМЕРЕ ПРИКУМСКОЙ ЗОНЫ ДАГЕСТАНА

Маммаев¹ О.А., Маммаев² Б.О.

¹ИПГуВЭ филиал ФГБУН ОИВТ РАН, ²Институт геологии ДФИЦ РАН

Рассматриваются процессы радиотеплогенерации в горных породах осадочной толщи в результате распада естественных радиоактивных элементов (уран, торий, калий) на основе анализа кернов параметрических скважин Прикумской зоны Дагестана.

Ключевые слова. Радиоактивные элементы, радиотеплогенерация, горные породы, осадочная толща, тепловой поток.

EVALUATION OF RADIOTHEAT GENERATION PROCESSES DURING THE FORMATION OF THE HEAT FLOW ON THE EXAMPLE OF THE PRIKUM ZONE OF DAGESTAN

Mammaev¹ O.A., Mammaev² B.O.

¹IPGIVE branch of FGBUN JIHT RAS, ²Institute of Geology DFRC RAS

Processes of radioactive heat generation in rocks of sedimentary column are considered as a result of decay of natural radioactive elements (uranium, thorium, potassium) on the basis of analyses of cores of parametric wells of the Prikum zone of Dagestan.

Keywords: radioactive elements, radioactive heat generation, rocks, sedimentary thickness, heat flow.

Имеется множество работ в которых перечисляются источники внутреннего тепла Земли к которым относят: тепло, выделяющееся при распаде радиоактивных элементов; тепло, образующееся при гравитационной дифференциации вещества Земли; остаточное тепло, сохранившееся со времен формирования земли; гравитационная энергия; энергия полиморфных фазовых переходов и химических реакций в недрах Земли; тепло, связанное с действием нейтрино и космического излучения; выделение тепла в процессе приливного трения и другие источники. Изучение геотермического поля очень важно при решении как глобальных вопросов эволюции Земли, источников геотектонических движений, геофизики глубоких оболочек, так и для интерпретации глубинных процессов с разными энергетическими эффектами (магматизм, метаморфизм и др.) и специфики геофизических полей.

Особый интерес для нас представляет исследование радиогенного тепла. По исследованиям отечественных и зарубежных авторов в различных регионах Земли прямая пропорциональная зависимость между генерацией радиогенного тепла в верхних слоях земной коры и фиксированным на поверхности тепловым потоком установлена только для отдельных областей. Вклад радиогенной (коровой) составляющей в общий тепловой поток колеблется от 50–60% до 10% и ниже для стабилизированных блоков литосферы континентов.

Нами была поставлена задача оценки вклада процессов радиотеплогенерации в наблюдаемый на поверхности тепловой поток на примере Прикумской части Дагестана.

В настоящее время, по мнению большого числа исследователей, предполагается, что главным источником тепловой энергии недр Земли является радиоактивный распад долгоживущих естественных радиоактивных элементов (уран, торий, калий). Для радиоактивных элементов известна скорость энерговыделения, но прямые данные о содержании урана, тория и калия на долю которых приходится до 99% радиогенного тепла, имеются только для верхней части земной коры. Для внутренних оболочек предполагают содержания этих элементов на основе разных моделей первоначального состава Земли, исходя из состава ксенолитов мантий-

ных пород и метеоритов. Оценки полного количества естественных радиоактивных элементов (ЕРЭ) и их вклада в энергетику Земли продолжают оставаться еще спорными. Дискуссионными являются и вопросы об энергетических источниках геотектонических процессов.

Большое внимание изучению радиогенного тепла в связи с эволюцией Земли и образованием земных оболочек придавал А.П. Виноградов [1]. Он считал: «... во всей проблеме баланса тепла в Земле исключительное значение имеет точное знание количеств урана, тория и калия-40 в веществе мантии и земной коры».

Благодаря новым аналитическим методам за последние годы собран огромный материал по распространенности естественных радиоактивных элементов в различных породах земной коры, а также в образцах метеоритов. В среднем каменные метеориты (хондриты) содержат:

$$K - 8,5 \cdot 10^{-2}, Th - 3,8 \cdot 10^{-6}, U - 1,5 \cdot 10^{-6} \% [1].$$

Таблица 1.

Генерация тепла в Земле, эрг/г [1].

Элемент	Тепловая энергия, генерируемая за год	Тепловая энергия, генерируемая за год в настоящее время мантией (вещество хондритов)	Общее количество тепла на грамм вещества мантии, образовавшееся в течение $4,5 \cdot 10^9$ лет
^{40}K	$0,912 \cdot 10^7$	0,920	$1750 \cdot 10^7$
^{232}Th	$0,824 \cdot 10^7$	0,313	$157 \cdot 10^7$
^{235}U	$18,02 \cdot 10^7$	0,019	$162 \cdot 10^7$
^{238}U	$2,95 \cdot 10^7$	0,439	$285 \cdot 10^7$
	$22,706 \cdot 10^7$	1,7	$2354 \cdot 10^7$

Содержания радиоактивных элементов в различных горных породах земной коры и ее оболочках неодинаковые. В веществе земного ядра содержание радиоактивных элементов считаются ничтожно малыми по сравнению с каменными метеоритами (хондритами) состав которых принимается за первоначальное вещество Земли. В породах мантии их значительно меньше, чем в породах земной коры.

Нами достаточно подробно изучено распределение урана, тория и калия в литологических разностях осадочной толщи Восточного Предкавказья [3]. Образцы горных пород для анализа выбирались из kernового материала опорных и промысловых скважин.

Таблица 2.

Оценка величины радиотеплогенерации на участке Ю-Буйнакская-I Прикумской зоны Дагестана.

Мощность комплекса (м)	Возраст	Литологический состав	Мощность пород (м)	ρ г/см ³	U $10^{-4}\%$	Th $10^{-4}\%$	K %	A мкВт/м ³	q мкВт/м ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
132	$Q_{лш}$	Глины песчанистые желтосерые мягкие	40	2,0	3	5,8	2,0	1,03	41,20
		Пески и слабо цементированные песчаники	92	1,8	3	8	2,4	1,06	97,52
488	N_2^3 ар	Глины, глины песчанистые	244	1,95	3	6	2,0	0,92	224,48
		Известняки песчанистые	49,0	2,20	1,3	3,0	0,3	0,48	23,52
		Песчаники	195	1,83	3	7,3	2,0	1,02	198,90
86	N_2^3 ак	Песчаники известковые	52	1,89	3	9	0,7	0,97	50,44
		Глины, алевролиты	34	2,07	3	9	2,0	1,24	42,16
109	N_1^3 sm	Глины	66	2,07	5,1	10,3	2,0	1,73	114,52

		Мергели	32	2,39	3	7	0,3	1,07	34,24
		Песчаники	11	2,02	3	10	2,0	1,18	13,06
100	N_1^2 $kg + \lambda$	Песчаники	60	2,02	3	5,1	2,0	1,07	64,10
		Глины	30	2,10	5,1	9,1	2,1	1,70	51,04
		Алевролиты	10	2,25	3	5	2,2	1,30	13,00
1458	$N_1^1 + Pg$	Глины	1166	2,40	3,5	7,93	2,3	1,51	1766,33
		Песчаники мелкозернистые	146	2,12	3,2	6,7	2,1	1,37	200,0
		Алевролиты	146	2,42	3	10	2,2	1,54	224,84
107	F	Глины	20	2,48	3,0	5,5	1,76	1,24	24,76
		Доломиты	20	2,45	3	3	0,33	0,89	17,77
		Мергели	40	2,40	4,2	7,1	0,4	1,46	58,48
		Известняки	27	2,46	3	7	0,1	0,63	17,00
245	K ₂	Глины	30	2,50	3	6	2,2	1,32	39,61
		Карбонаты	155	2,46	2,3	3	0,3	0,77	119,36
		Аргиллиты	60	2,51	3,1	7	2,2	1,42	85,2
557	K ₁	Алевролиты	130	2,54	3	7	2,18	1,41	182,88
		Песчаники	200	2,10	3	4,7	1,98	1,02	204,10
		Аргиллиты	187	2,60	3	10	3,5	1,77	330,76
		Глины	40	2,54	3	5	2,4	1,29	51,70
62	J ₃	Аргиллиты	30	2,62	3	11	2,48	1,75	52,62
		Доломиты т/з	22	2,64	3	3	0,3	1,01	22,12
		Глины	10	2,56	3	12	2,56	1,79	17,50
676	J ₂	Аргиллиты	240	2,63	3	10	3,3	1,77	424,88
		Алевролиты	260	2,53	3	8	2,1	1,46	379,80
		Карбонаты	70	2,66	2,0	3,5	0,3	0,79	55,33
		Песчаники	106	2,32	3	6	0,71	1,10	116,6
160	T ₃	Алевролиты	80	2,58	3	3	1,91	1,13	90,52
		Аргиллиты	50	2,54	3	5	2,36	1,29	64,5
		Песчаники	30	2,52	3	7	2,76	1,45	43,44
330	T ₂	Аргиллиты	200	2,62	3	11	2,76	1,78	356,42
		Карбонаты	40	2,41	3	7	1,32	0,81	32,61
		Алевролиты	90	2,67	3	5	1,84	2,86	257,33
280	P	Порфиты вулканич.	70	2,54	3	6	1,04	1,23	86,52
		Граниты интрузивные	210	2,57	10,0	14,0	3,43	3,76	789,0

На основе имеющихся радиогеохимических данных нами произведена оценка доли радиогенного тепла в наблюдаемом на поверхности тепловом потоке на примере площади Южно-Буйнакская (скв. 1) и других месторождений. Состав пород литологического разреза по керновому материалу был подробно изучен на содержание радиоактивных элементов, а также собраны и систематизированы теплофизические и геофизические параметры этих пород.

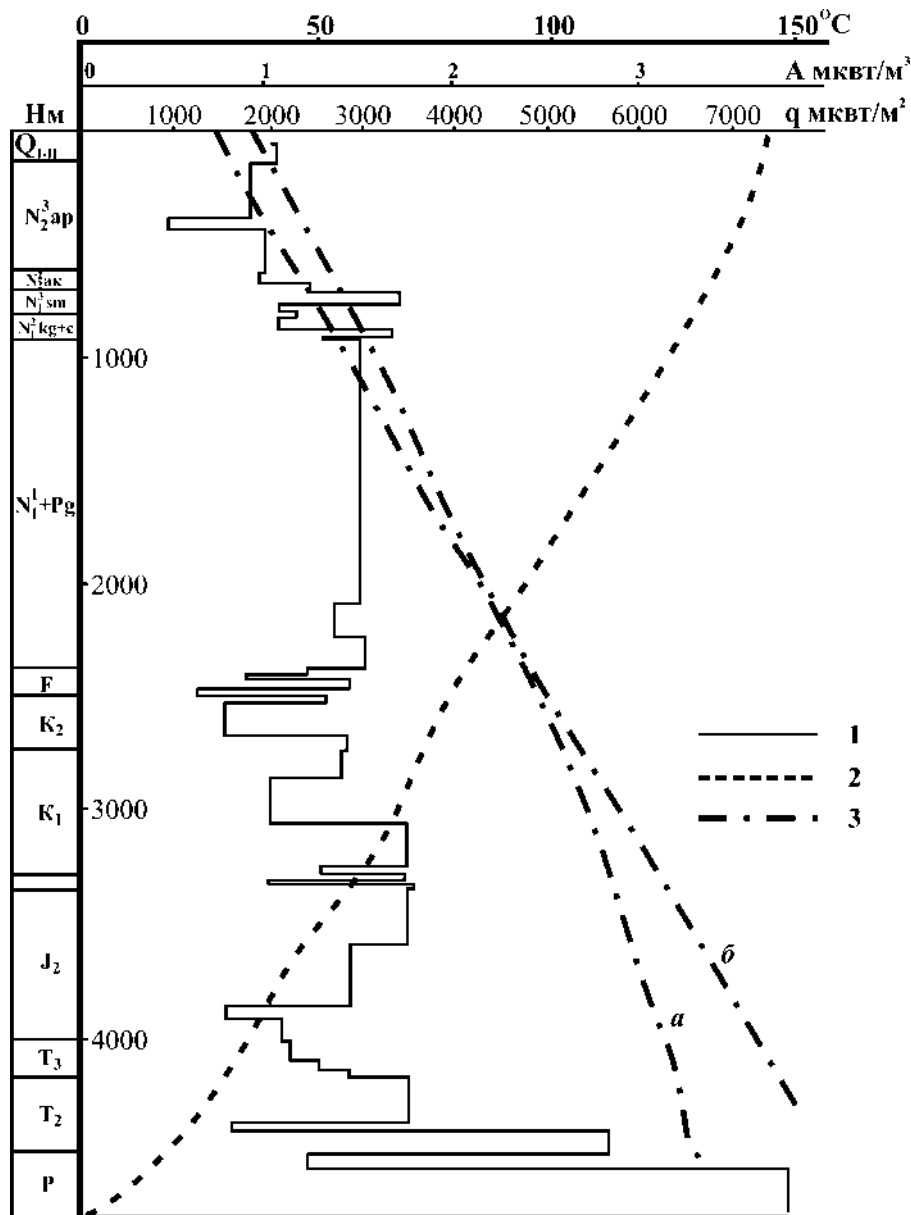
Концентрации радиоэлементов в различных по литологии породах осадочной толщи убывают соответственно от аргиллитов и алевролитов до доломитов и известняков. Расчет величины радиотеплогенерации (A) проводился по формуле [4] с послойным определением величины радиотеплогенерации (ПОРТ) согласно [2].

$$A = (9,707 \cdot 10^4 \cdot U + 2,636 \cdot 10^4 \cdot Th + 3,582K) \rho \text{ [мкВт/м}^3\text{]}, \quad 1.$$

где U, Th, K – концентрации элементов в горных породах в г/г; ρ – плотность пород г/см³.

Радиотеплогенерация в породах меняется соответственно содержаниям ЕРЭ – от минимального значения 0,48 мкВт/м³ в известняках апшеронских отложений до значений (1,78–2,86) мкВт/м³ соответственно в аргиллитах и алевролитах триаса и достигает максимальных

значений (3,76–4,2) мкВт/м³ в гранитах палеозойского фундамента. Рассчитанное значение величины радиотеплогенерации, включая 210 м вскрытой части гранитов, создает по площади Ю-Буйнакская тепловой поток 7,1 мВт/м², что составляет ~ 10,0 % от наблюдаемого на поверхности теплового потока, равного 73,6 мВт/м².



1-изменение радиотеплогенерации внутри комплексов, 2- тепловой поток от радиогенного тепла, 3- термограммы по разрезу: *a* – по термокаратажу, *б* – восстановленная.

Рис. 1. Радиотеплогенерация в осадочной толще площади Южно-Буйнакская, скв.1.

Литература

1. Виноградов А.П. Избранные труды. Геохимия океана. М.: Наука, 1989. 220 с.
2. Боганик Н.С. Радиогенное тепло земной коры Русской платформы и ее складчатого обрамления. М.: Наука, 1975. 160 с.
3. Маммаев О.А., Подземные воды Восточного Предкавказья (формирование, гидрогеохимия и процессы радиотеплогенерации). Махачкала: ДНЦ РАН, 2006. 280 с.
4. Смыслов А.А., Моисеенко У.И., Чадович Т.З. Тепловой режим и радиоактивность Земли. Л.: Недра, 1979. 191 с.

УДК: 550.7; 553.9

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-92-1-69-74

КАРБОНОВЫЕ ПОЛИГОНЫ: СПАСЕНИЕ КЛИМАТА ЗЕМЛИ – В ИСКУССТВЕННОМ ВОСПОЛНЕНИИ УГЛЕВОДОРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА НЕДР

Меликов М.М., Меликов Я.М.*
*ИГ ДФИЦ РАН, *ДГУ, *ИЭиУР*

В работе предлагается новая идея по нагнетанию извлеченного парникового (углекислого) газа из карбоновых полигонов в нефтяные пласты с целью уменьшения выброса парниковых газов и увеличения коэффициента извлечения остаточной нефти (КИН) с последующим восполнением ресурсов таковых согласно Биосферной концепции нефтегазообразования Баренбаума А.А. за счет геохимического круговорота углерода.

Ключевые слова: карбон, полигон, биосфера, концепция, экологический след, пласт, углерод, ловушка, ресурс.

CARBON POLYGONS: SAVING THE EARTH'S CLIMATE IN THE ARTIFICIAL REPLENISHMENT OF THE HYDROCARBON POTENTIAL OF THE SUBSOIL

Melikov M.M., Melikov Ya.M.*
*IG DFC RAS, *DSU, *IEiUR*

The paper proposes a new idea for pumping extracted greenhouse (carbon dioxide) gas from carbon landfills into oil reservoirs in order to reduce greenhouse gas emissions and increase the recovery coefficient of residual oil (KIN) with subsequent replenishment of such resources according to the Biosphere Concept of oil and gas formation by Barenbaum A.A. due to the geochemical carbon cycle.

Keywords: carbon, landfill, biosphere, concept, ecological footprint, reservoir, carbon, trap, resource.

В развитых Странах (15 % населения Земли), в чьих руках долгое время было сосредоточено экономическое и политическое и экономическое лидерство, потреблявших 70-80 % мировых ресурсов, уже создавшие предпосылки для глобального конфликта, проявившиеся уже в настоящее время. Лидеры «золотого миллиарда» в купе с США в настоящее время против России ввели ряд политико-экономических санкций, включая все сферы жизнедеятельности. В настоящее время в Европе и США закрыт «железный» занавес для Россиян, включая и бывшие союзные прибалтийские республики. Процессы интеграции и глобализации во всех сферах жизнедеятельности человечества на планете нарастают. Но, однако есть страны, противостоящие, так называемому однополярному миру – страны ШОС, стремящиеся к самостоятельности. Кроме того, нарастает угроза экологической катастрофы, а также потребление традиционных источников энергии. Запасы основных энергоносителей – УВ сокращаются или растут недостаточными темпами, связанные со многими причинами.

Однако, как бы не хотелось автору политизировать данную работу, но, тем не менее, не следует забывать о «зеленой западной (проамериканской) энергетике», о которой неустанно теребят мировые СМИ, особенно в последнее «санкционное время», Но это далеко не новое, об этом говорили еще в 70-х годах прошлого столетия – во времена правления США Р. Никсоном, прошло, почти, полвека. Просто, в последнее время, в связи с событиями на Украине стали говорит громче и чаще. На наш взгляд, это ничто иное как «ВСЕМИРНЫЙ ЕВРО-АМЕРИКАНСКИЙ ЗАГОВОР И ИХ СОЮЗНИКОВ», направленный против России с целью уничтожения ее экономики, как одного из мировых лидеров-экспортеров УВ, и других видов минерального сырья на мировой рынок. Прощу прощения, у меня не нашлось возмутительных слов и выражений для изложения своих мыслей, называя происходящее как «Топливо-энергетический и экономический суицид в большей степени стран Евросоюза и Америки по-

Гретски (Гр. Тумберг). Однако, у них проблема не только в энергоносителях но и, проблемы, связанные с сильнейшей летней засухой из-за изменение климата. В связи с этим в этих недружественных странах наступил водный транспортный коллапс из-за обмеления рек, нет возможности доставки грузов водным транспортом, отсутствие хозяйственно-питьевой воды. Британцы дошли до того, что им предлагают использовать очистные сточные воды, при этом, рекомендуя не брезгать этим. А ведь в итоге, введенные санкции негативно отразились на них самих, практически, во всех сферах их жизнедеятельности, в результате которых страдают сами американцы и страны евросоюза. «Нельзя на зло кондуктору идти пешком». Кроме того, наши недружественные страны, совершившие недавний Теракт с северным потоком, оставили Европу, прежде всего, Германию без топлива накануне наступающих холодов, и предлагают им перенести военно-промышленный комплекс в США, т.е, если можно выразиться так, полностью обезоружить их. А ведь размышления по поводу отказа от Российских энергоносителей доходит до абсурда, во всех бедах этих стран из-за отсутствия топлива, что они нормально не могут мыться, «виновата Россия».

Но однако, есть и другие, мягко выражаясь, негативные проблемы планетарного масштаба – глобальное потепление климата Земли, которые уже проявились в последние годы. Но впереди человечество ждут худшие времена, связанные с нестабильной военно-политической и экономической ситуацией в мире, раскаленной до предела.

Для спасения Земли от климатической катастрофы мировым сообществом предпринимаются попытки создания, так называемых карбоновых полигонов, в связи с чем и в России создается сеть карбоновых Полигонов (рис.1), предназначенных для мониторинга парниковых газов и создания методики расчетов способности поглощения углерода окружающей средой из атмосферы.



Рис. 1. Дорожная карта карбоновых полигонов России

К большому сожалению, в этой карте, не обозначена территория Дагестана. Как выяснилось, на Кочубеевской биосферной станции Прикаспийского института биологических ресурсов (ПИБР) планируется организация Карбонового полигона. Но количество участников, на наш взгляд, в организации полигонов будут расти. У нас в республике есть много месторождений нефти,находящихся на последней стадии разработки, из которых нужно извлекать остаточные запасы с применением углекислого газа, добываемого из парниковых газов, часть из

которых поглощается растительностью, а часть – в атмосферу. Сбор и транспортировка углекислого газа к потребителю требует немало вложений. А Кочубеевская станция расположена ближе к основным месторождениям нефти и газа Прикумской нефтегазоносной области республики, что имеет немаловажное значение.

Ниже попробуем кратко изложить суть применения углекислого газа с целью извлечения остаточной нефти из обзора и анализа опубликованной литературы.

Декарбонизация – мировой тренд XXI века, связанный с глобальным изменением климата. Климатическая повестка, отрегулированная Киотским протоколом и Парижским соглашением, вынудила мировую экономику встать на путь декарбонизации – уменьшения выбросов углекислого газа в окружающую среду, снижения «экологического следа». С 2023 года Евросоюз готовится ввести «углеродный налог» на импорт. Это грозит большими расходами производителям и странам-экспортерам.

На наш взгляд, в этом плане Россия будет возглавлять этот список, в связи с последними событиями и общего «настроения» стран запада. В России планируется строительство таких полигонов от Сахалина до Калининграда.

Ранее нами были изложены несколько методов и технологий увеличения нефтеотдачи, а также было указано на то, что большинство нефтяных месторождений Дагестана находятся на последней стадии разработки и имеют высокую степень обводненности (до 85-90 %) [1].

Одним из таких методов увеличения коэффициента извлечения нефти (КИН) является вытеснение нефти путем закачки углекислого газа (CO_2) в пласт. Закачку углекислого газа для повышения нефтеотдачи начали применять с середины пятидесятих годов прошлого столетия. За это время были изучены механизмы физико-химического взаимодействия углекислого газа с водой, нефтью и породой; определены особенности вытеснения нефти при использовании двуокиси углерода; рассмотрены преимущества и недостатки по сравнению с другими методами увеличения нефтеотдачи. В отличие от других газов при использовании CO_2 в качестве вытесняющего агента можно достичь значительного увеличения коэффициента нефтеотдачи. В лабораторных условиях, при неограниченной смесимости, коэффициент вытеснения нефти может достигать 100 %. Этому вопросу посвящено довольно-таки много публикаций [2,3,4,5,6 и др.].

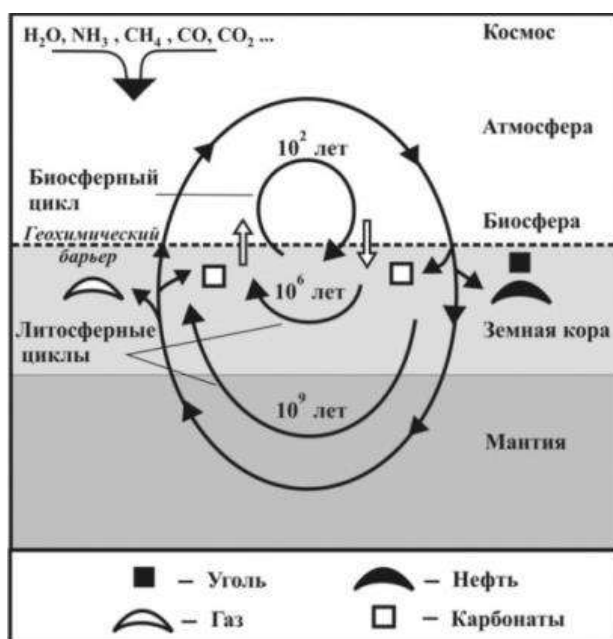


Рис.1. Схема круговорота углерода в биосферной концепции нефтегазообразования (А.А. Баренбаум, 2004)

Основной целью этой работы является идея применения углекислого газа, извлеченного из парниковых газов карбоновых полигонов для увеличения КИНа в разрабатываемых месторождениях путем нагнетания углекислого газа в недра этих месторождений с целью возобновления ресурсов УВ, согласно революционной биосферной концепции нефтегазообразования А.А. Баренбаума за счет геохимического круговорота углерода, схемы которых показаны на рис.1-2.

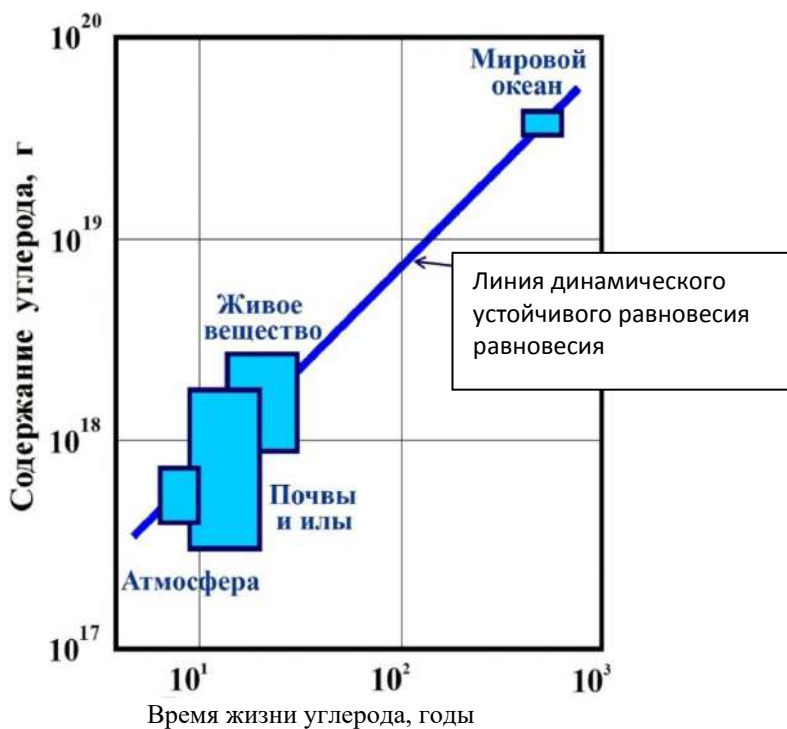


Рис. 2. круговорот углерода в биосфере – современная эпоха (А.А. Баренбаум,1998)

Во многом продуктивный эффект от применения технологии по закачке углекислого газа обусловлен тем, что CO_2 способен растворяться в нефти и пластовой воде в большей степени по сравнению с другими газами. При растворении в нефти углекислый газ способствует увеличению нефти в объеме, что в свою очередь способствует вытеснению остаточной неподвижной нефти [2].

Практика показала, что предпочтительнее нагнетание карбонизированной воды, преимуществом которой является относительно низкий расход углекислого газа при закачке в пласт по сравнению с другими вариациями его использования, Причем этом оптимальная концентрация углекислоты в воде составляет 4-5 % [2,3].

В данной работе автор попытается связать создание карбоновых полигонов для спасения климата Земли и о возможном использовании собранных парниковых газов, в частности углекислого газа с целью дальнейшего вовлечения углерода в геохимический круговорот согласно теории нефтегазообразования А.А. Баренбаума (2004г.), и тем самым восполнять ресурсы УВ.

Ниже мы приведем большой отрывок из его статьи «О возрасте нефти в залежах» «А.А. Баренбаум на основе биосферной концепции рассматривает залежи нефти и газа как подземные ловушки углерода, циркулирующего через земную поверхность в трех главных циклах круговорота. Им Разработана теоретическая модель, которая позволяет с этих позиций объяснить явление пополнения нефтегазовых залежей в процессе эксплуатации месторождений. Модель обеспечивает баланс между потоками углерода на восходящей и нисходящей ветвях его круговорота через земную поверхность. В этой модели восходящий поток углерода представлен

продуктами дегазации недр (CH_4 и CO_2) и извлекаемыми человеком из недр нефтью, газом и углем, а нисходящий поток – органическим веществом и карбонатами, погружающимися в недра в процессах осадконакопления и при субдукции литосферных плит, а также атмосферным CO_2 , поступающим под земную поверхность с метеогенными водами в процессе их климатического круговорота. Поскольку месторождения заполняются углеводородами, образующимися в циклах углерода с сильно различающимися временами круговорота, вместо термина «возраст нефти» предлагается использовать термины «время формирования ловушки» и «время жизни углеводородов в ловушке».

Такой подход к вопросу возраста нефти в биосферной концепции приводит к ряду выводов, из которых следует, что: 1) на начальной стадии разработки месторождений извлекается «старая» нефть биогенного генезиса, тогда как на стадии истощения месторождений доминируют «молодые» углеводороды абиогенного синтеза; 2) возраст промышленных скоплений нефти на нашей планете вряд ли старше плейстоцена, при этом газообразные, жидкие и битумные фракции нефти имеют разное время жизни в ловушках [4,5,6].

Предложенная биосферная концепция нефтегазообразования, А.А. Баренбаума, наряду с биогенным и абиогенным механизмами генезиса углеводородов (УВ), рассматриваемыми, соответственно, органической и минеральной теориями нефтегазообразования, новая концепция учитывает источник поступления углерода в биосферу, а также принимает во внимание вопросы утилизации в биосфере углекислого газа (CO_2) – продукта промышленной переработки УВ человечеством».

По новым представлениям [7,8], нефть и газ являются неуничтожимыми продуктами происходящего на Земле геохимического круговорота углерода и воды, источником которых являются периодически бомбардирующие планету галактические кометы. Приносимый ими на Землю углерод перераспределяется над и под поверхностью планеты в процессе трех взаимодействующих циклов. Первый, длительностью $\sim 10^8$ – 10^9 лет, связан с глубоким погружением углеродсодержащих пород в мантию Земли при субдукции литосферных плит. Во время второго цикла, продолжительностью $\sim 10^6$ – 10^7 лет, происходит преобразование захораниваемого органического вещества при осадконакоплении. И наконец, третий, самый короткий, цикл длительностью ~ 30 – 40 лет обусловлен переносом углерода вглубь земной коры метеогенными водами при их климатическом круговороте. Оказавшись под земной поверхностью, углерод в земной коре испытывает восстановление до УВ, которые, вследствие плохой растворимости в подземных водах, создают в геологических структурах-ловушках собственные скопления в виде нефти и газа.

Исследования автора новой концепции показывают, что в современную эпоху нефть образуется главным образом двумя путями: 1) при экстракции подземными флюидами преобразованного в катагенезе и диагенезе органического вещества осадочных пород и 2) за счет поликонденсационных реакций синтеза УВ из поставляемого метеогенными водами диоксида углерода. Первый процесс отвечает за наличие в нефти сложных УВ-соединений (биомаркеров), родственных органическому веществу, из которого они произошли, а второй – нормальных и изо-алканов и других сравнительно просто структурированных молекул УВ, составляющих основную массу нефти.

Благодаря разработке биосферной концепции показано, что нефть и газ образуются в верхних этажах земной коры [7,8,9]. Однако механизм этого процесса пока не вполне понятен. В настоящее время автором данной теории ведутся эксперименты с целью решения данной проблемы.

Однако следует подчеркнуть, что, как показал анализ литературы, пока такой практики нагнетания в пласты, извлеченного углекислого газа, именно, из парниковых газов таких полигонов не существует. Эта идея требует дальнейшей проработки и комплексное изучение и ана-

лиз профильными специалистами. На наш взгляд, эта идея имеет право на существование с последующей реализацией с учетом вышеизложенного.

Таким образом, согласно новой теории нефтегазообразования, нефть и газ являются не-уничтожимыми энергетическими ресурсами.

Используя углекислый газ, извлеченный из парниковых газов карбоновых полигонов, мы смогли бы нагнетать в пласты тех скважин, где еще есть остаточные запасы нефти с целью увеличения их отдачи и вовлечь углерод в геохимический круговорот с последующим преобразованием его в УВ, восполняя тем самым их ресурсы и уменьшая выбросы углекислого газа в атмосферу.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИГ ДФИЦ РАН по темам НИР Рег. номер НИОКТР 1021060808495-2-1.5.13; 1021060808457-2-1.5.6; 1021060808477-6-1.5.6.

Литература

1. Меликов М.М., Гаджиева Т.Р. К вопросу увеличения нефтеотдачи пластов разрабатываемых месторождений Дагестана на основе современных методов и технологий добычи углеводородов //Геология и ресурсы Кавказа //Тр. ИГ ДНЦ РАН, Махачкала, 2020. Вып. № 1 (80). С. 15-26.
2. Трухина О.С., Синцов И.А. Опыт применения углекислого газа для повышения нефтеотдачи пластов. Ж-л. «Успехи современного естествознания». № 1, 2016, С.205-209.
3. Хромых Н., Литвин А.Т. и др. Применение углекислого газа в процессах повышения нефтеотдачи пластов //Вестник Евразийской науки. — 2018, №5, Том 10 — URL: <https://esj.today/PDF/06NZVN518.pdf>.
4. Антониади Д.Г. Увеличение нефтеотдачи пластов газовыми и парогазовыми методами //Недра. – 1998. 304 с.
5. Кокорев В.И. Газовые методы – новая технология увеличения нефтеотдачи пластов //Нефтепромысловое дело. – Москва, 2009. – № 11. – С. 24-26.
6. Васильевский А.В. и др. Комплексный подход к исследованию процессов закачки воздуха в пласт для повышения нефтеотдачи //Нефтяное хозяйство. – 2016. – №. 11. – С. 102-104.
7. Баренбаум А.А. О возрасте нефти в залежах. Ж-л Георесурсы. №, 2017, С. 30-37.
8. Баренбаум А.А. Механизм формирования месторождений нефти и газа //Докл. АН. 2004. Т. 399, № 6. С. 802–805.
9. Баренбаум А.А. О возможной связи газогидратов с субмаринными подземными водами //Вод. ресурсы. 2007. Т. 34. № 5. С. 620–625.

УДК: 551.4

DOI: 10.33580/2541-9684-2023-92-1-75-89

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ОБЛАСТИ ИЗВЕСТНЯКОВОГО ДАГЕСТАНА.

Юсупов А.Р., Мамаев С.А., Сулейманов В.К., Юсупов З.А., Мамаев А.С., Алилова Г.А.
Институт геологии ДФИЦ РАН

По Известняковому Дагестану нами исследовано и описано около 10 стратиграфических и геохронологических памятников природы. Памятники представлены природными обнажениями коренных пород, представленных известняками, доломитами, аргиллитами, гипсами и песчаниками юрского и мелового возраста. Данные памятники природы имеют важное научное и познавательное значение. Обследуемые геологические объекты, также, после проведения определенных процедур можно внести в каталог достопримечательностей нашей Республики, в которой в настоящее время интенсивно развивается туристический кластер.

Ключевые слова: Известняковый Дагестан, памятники природы, стратиграфия, обнажения, мел, юра, отложения, глины, аргиллиты, известняки, песчаники.

STRATIGRAPHIC AND GEOCHRONOLOGICAL MONUMENTS OF THE LIMESTONE REGION OF DAGESTAN.

Yusupov A.R., Mamaev S.A., Suleimanov V.K., Yusupov Z.A., Mamaev A.S., Alilova G.A.
Institute of Geology DFIC RAS

The paper proposes a new idea for injecting the extracted greenhouse (carbon dioxide) gas from carbonic landfills into oil reservoirs in order to reduce greenhouse gas emissions and increase the residual oil recovery factor (ORF) with subsequent replenishment of such resources according to A.A. due to the geochemical cycle of carbon.

Key words: carbon, polygon, biosphere, concept, ecological footprint, reservoir, carbon, trap, resource.

Стратиграфические и геохронологические типы геологических памятников природы области Известнякового Дагестана обусловлены хорошей обнаженностью геологических образований, а обнаженность здесь весьма уникальная. [3]. Крутые склоны долин, каньонов и ущелий, с протяженностью по вертикали от нескольких сот метров до 2-3 км, выражены сплошь обнаженными литологическими разрезами юрских и меловых отложений, представленных всеми ярусами.

Уникальными эталонами стратиграфическими разрезами меловых и юрских пород являются: Сулакский (Хадумский), Салатауский, Анди-Ансалтинский, Могохский, Араканский, Гергелбелский, Цудахарский, Рубасчайский, Маджалисский, Чирахчайский и другие. [2].

Стратиграфические разрезы этой области являются памятниками природы и палеонтологического типа, так как все разрезы, за исключением гипсоносных пород верхней юры, изобилуют фауной.

Ансалтинский разрез меловых отложений составлен от с. Ансалта, Ботлихского района по р. Меэрсу до реки Андийское Койсу (сверху вниз): (Фото. 1).

Верний мел.

1. Датский ярус – известняки-ракушечники вверху, песчанистые известняки в средней части и пелитоморфные известняки в нижней части. Мощность – 200 м.

2. Маастрихский ярус – известняки более слоистые пелитоморфные, переходящие в известняки-ракушечники в верхней части и песчанистые известняки и известковистые песчаники в нижней части. Мощность – 450 м.

3. Кампанский и сантонский ярусы – песчанистые известняки в верхней и средней части, переходящие книзу в белые пелитоморфные известняки. Мощность 420 м.

4. Коньякский и туронский ярусы – белые, розовые и красные известняки с прослойками мергелей тех же цветов, мощность 200 м.

5. Сеноманский ярус – белые и серовато-белые глинистые известняки мощностью 40 м.



Фото. 1.

Нижний мел. 6. Альбский ярус – чередование песчаников, глин и мергелей с конкрециями железистых мергелей мощностью 140м.

7. Аптский ярус – чередование толщ песчаников, глин и реже мергелей, в средней части конкреции сидеритов. Мощность 170 м.

8. Верхнебарремский подъярус – чередование толщ рыхлых и плотных алевролитов, глин в верхней части, песчаников, алевролитов и песчаных алевролитов с конкрециями сидеритов в нижней части. Мощность 365 м.

9. Нижнебарремский подъярус – плотные органогенные известняки, разделенные пачкой песчаных глин (в средней части). Мощность 50 м.

10. Готеривский ярус – чередование пакетов песчаников, алевролитов с пластинами органогенных известняков. Мощность 340 м.

11. Валанжинский ярус – белые, плотные (звонкие) пелитоморфные известняки. Мощность 50 м.

Разрез имеет научное значение как ППМ.

Араканский разрез нижнемеловых и юрских отложений.

Составлен по Араканскому ущелью у с. Араканы Унцукульского района (сверху вниз): (Фото.2).



Фото. 2.

Нижний мел:

1. Верхне и среднеальбский подъярус – чередование темно-серых глин и светло-серых мергелей с прослойками сидеритов в нижней части. Мощность 32 м.

2. Нижнеальбский подъярус – чередование песчаников, алевролитов, глин с включением конкреций сидеритов и мергелей, с толщей рыхлых песчаников в средней части. Мощность 190 м.

3. Аптский ярус – чередование глин, песчанистых алевролитов, рыхлых песчаников с конкрециями мергелей. Мощность 150 м.

4. Верхнебарремский подъярус – чередование рыхлых глинистых песчаников и плотных алевролитов с конкрециями мергелей в средней части. Мощность 85 м.

5. Нижнебарремский подъярус – известняки плотные органогенные со слоем рыхлого известковистого песчаника в нижней части. Мощность 36 м.

6. Готеривский ярус – чередование песчаников и известняков, мощность 30 м. Они залегают несогласно на отложения валанжина.

7. Валанжинский ярус – известняки доломитизированные, мощность 4 м. Они залегают так же несогласно на верхней юре.

Верхняя юра.

8. Нерасчлененная толща доломитизированных известняков, мощность 100 м.

Средняя юра.

9. Батский ярус и зона Parkinsonia. Parkinsonia верхнего альба – чередование глин и алевролитов, мощность 804 м.

10. Байосский ярус – глины с прослоями алевролитов, сидеритов и пластами песчаников в нижней части, мощность 404 м.

11. Верхнеааленский ярус – глины с алевролитами в нижней части, мощность 180 м.

Нижняя юра.

12. Нижнеааленский ярус – чередование песчаников, алевролитов и глин, местами породы пиритизированы, обнаженная мощность 100м. Эти отложения имеют мощность 1400м к югу, в Гунибском разрезе.

Разрез имеет научное значение как ППМ.

Акушинский разрез верхнемеловых известняков составлен по северо-восточному крылу Акушинской синклинали у с. Дубрикулы (сверху вниз): породы датского яруса размыты. (Фото.3).



Фото. 3.

- а) Маастрихский ярус – известняки белые, сахаровидные, сверху более плотные – 150 м.
- б) Кампанский ярус – мелоподобные известняки, сверху песчанистые – 110 м.
- в) Сантонский ярус – известняки белые, мелоподобные – 110 м.
- г) Коньякский ярус – известняки белые, мелоподобные сверху, с прослоями розовых известняков внизу – 67 м.
- д) Туронский ярус – чередование белых известняков с менее мощными прослоями зеленоватого мергеля – 110 м.
- е) Сеноманский ярус – чередование белых известняков и зеленоватого мергеля – 45 м.

Разрез типичен для многих районов распространения известняков верхнего мела и имеет научное и учебное значение. Известняки маастрихского яруса этого разреза используются для распиловки на штучный строительный камень.

Голотлинский разрез сульфатно-карбонатных отложений нижнего мела и верхней юры. Составлен по левому притоку р. Аварское Койсу у с. Голотль (сверху вниз). (Фото.4)



Фото. 4.

Нижний мел.

1. Валажинский ярус – чередование слабо доломитизированных пелитоморфных и органогенных известняков со слоями мелкозернистых и глинистых доломитов. Мощность 100 м.

Верхняя юра.

2. Киммеридж-титонские ярусы – чередование мощных толщ среднезернистых доломитов и известняково-доломитовых брекчий с реликтовыми слоями и линзами гипсов. Мощность 154 м.

3. Оксфордский ярус и верхнекелловейский подъярус – доломиты среднезернистые в верхней части и мелкозернистые в нижней части, переходящие книзу в глинистые доломиты. Мощность 76 м. Последние залегают несогласно на песчаники нижнего келловея, контакт которых со средней юрой закрыт наносами.

Разрез имеет научное значение и подлежит учету как ППМ.

Губденский разрез верхнемеловых отложений. Составлен по северо-восточному крылу Урминской синклинали у с. Губден (сверху вниз): (Фото.5).

а) Датский ярус – известняки глинистые белые, местами серые, с прослойками мергеля вверху; чередование зеленоватого мергеля и известняков – 39,5 м.

б) Маастрихский ярус – известняки серовато-белые с прослоями зелено-серого мергеля – 37,5 м.

в) Кампанский ярус – известняки светло-серые, слоистые и глинистые с толстыми слоями мергеля внизу – 125 м.

г) Сантонский ярус – известняки белые и светло-серые, развиты стилолитовые швы, вверху включения конкреций кремния – 75 м.

д) Коньякский ярус – частое чередование серого мергеля и светло-серого известняка; вверху местами развиты известняками – 90 м.

е) Туронский ярус – чередование серых мергелей и серовато-белых известняков; внизу встречаются известняки розовые 50-60 м.

ж) Сеноманский ярус – серые мергеля и белые известняки; вверху преобладают мергели, а внизу – известняки – 20 м.

Разрез имеет научное и учебное значение.

Каратинский разрез валанжинского яруса нижнего мела и верхней юры составлен в 2 км к югу от с. Карата Ахвахского района. (Фото.6).



Фото. 5.



Фото. 6.

Нижний мел.

1. Валанжинский ярус – известняки, доломитизированные в верхней части, чередование доломитов, известняководоломитовых брекчий с реклитовыми линзами и слоями гипсов. Мощность 118 м.

2. Киммеридж-титонский ярусы – чередование мощных толщ доломитов, доломитизированных известняков, известняково-доломитовых брекчий с линзами и пластами, сохранившимися от растворения гипсов. Мощность 196 м.

3. Оксфордский ярус и верхнекекеловейский подъярус – чередование мощных толщ доломитов и доломитизированных известняков с конкрециями гипса и кремния в нижней части. Мощность 197 м. Последние залегают на глинистых сланцах средней юры несогласно. Разрез имеет большое научное значение и подлежит учету как ППМ.

Могохский разрез терригенно-карбонатных отложений нижнего мела и верхней юры по р. Аварское Койсу состав у слияния рек Аварское Койсу и Казикумухское Койсу (у Могохского железного моста) сверху вниз (фото. 7):



Фото. 7.

Нижний мел.

1. Нижне-барремский подъярус – известняки весьма крепкие органогенные. Мощность 72 м.

2. Готеривский ярус – глинистые песчаники с глауконитом в верхней части (45 м), толща плотных темно-серых известняков с редкими прослойками песчаников в средней части (65 м) и глауконитовые глинистые песчаники со слоем известняка в нижней части. Мощность 82 м.

3. Валанжинский ярус – известняки пелитоморфные, плотные, доломитизированные. Мощность 64 м.

Верхняя юра.

4. Кимеридж-титонские ярусы – чередование мощных толщ гипсов с прослойками доломитов, доломитизированных известняков и известняково-доломитовых брекчий. Мощность 212,4 м.

5. Оксфордский ярус – в верхней части доломитизированные известняки со слоями доломитов и реже песчаников (153 м), а в нижней части мощная толща коричнево-серых, пористых, кавернозных доломитов (157 м). Общая мощность 310 м.

6. Келловейский ярус – песчаники кварцевые разно-зернистые (больше грубозернистые). Мощность 114 м. Последние залегают на отложениях батского яруса описанные в Араканском разрезе. Разрез имеет научное значение и подлежит учету как ППМ.

Маджалисский разрез неоген-палеогеновых и меловых отложений составлен по бортам р. Улучай к северо-востоку от с. Маджалис Кайтагского района. Здесь р. Улучай, прорезая моноклинал, сложенную неоген-палеогеновыми и меловыми отложениями хорошо обнажает разрез этих отложений, представленный сверху вниз: (фото. 8).



Фото. 8.

Нижний и средний миоцен.

1. Конкский и караганский горизонты – темные глины с мощными пластами песчаников и конкрециями сидеритов в верхней части. Мощность 400 м.

2. Чокракский и тарханский горизонты – глины с мощными пластами песчаников и прослойками песков. Мощность 550 м.

Олигоцен.

3. Майкопская свита – глины с прослойками конкреций сидеритов. Мощность 220 м.

Эоцен.

4. Подсвета белых, бурых и зеленых мергелей – мергели, глины с конкрециями известняков. Мощность 25 м.

Палеоцен.

5. Пестроцветная и сероцветная свита мергелей. Мощность 6 м.

Верхний мел.

6. Датский ярус – известняки белые, трещиноватые. Мощность 30 м.

7. Маастрихский ярус – известняками и песчанистые известняки с прослойками известковистых глин. Мощность 75 м.

8. Капский ярус – известняки и песчанистые известняки. Мощность 125 м.

9. Сантонский ярус – известняки белые, полиморфные. Мощность 75 м.

10. Коньякский ярус – известняки. Мощность 70 м.

11. Туронский ярус – известняки. Мощность 40 м.

12. Сеноманский ярус – известняки и мергели. Мощность 10 м. Залегают несогласно на отложениях альбского яруса.

Нижний мел.

13. Альбский ярус – чередование алевролитов и глин. Мощность 30 м.

14. Аптский ярус – песчаники с конкрециями известняков, в верхней части алевролиты глинистые. Мощность 145 м.

15. Верхнебарремский подъярус – глины с пластами плотных алевролитов. Мощность 85 м.

16. Нижнебарремский подъярус – известняки органогенные и оолитовые. Мощность 40 м.

17. Валанжинский ярус – известняки. Мощность 12 м.

Они залегают несогласно на средней юре.

Геоморфология района с. Маджалис представляет большой эстетический интерес. С. Маджалис расположено в глубине амфитеатра, между огромными отвесными обрывами верхнемеловых известняков, сходящих вниз по падению с северо-запада и юго-востока, где они возвышаются по восстанию пластов. Большой интерес представляет характер выветривания верхнемеловых известняков, которые в отвесных обрывах отделяются огромными столбами, подобными башням гигантской крепости.

В месте пересечения рекой верхнемеловых известняков образовано глубокое живописное ущелье.

Разрез верхнемеловых отложений плато Бетли. Составлен по восточному склону плато Бетли, в 4 км к западу от с. Унцукуль (сверху вниз): (фото.9).



Фото. 9.

Породы датского и маастрихтского ярусов на плато Бетли смыты эрозией. 1. Кампанский ярус – белые слоистые известняки, в нижней части с тонкими прослоями мергелей, мощность 150 м. 2. Сантонский ярус – белые и зеленовато-серые известняки, с тонкими прослоями зелено-серого мергеля и с конкрециями кремния, мощность 200 м. 3. Коньякский ярус – чередование розовых и белых известняков с прослоями зелено-красного мергеля, мощность 40 м. 4. Туронский ярус – белые и розовые известняки с прослоями мергеля вверху и белые известняки внизу, мощность 80 м. 5. Сеноманский ярус – зеленоватые известняки с тонкими прослоями белых мергелей и темных глин внизу, мощность 26 м. Разрез имеет научное значение как ППМ.

Разрез меловых и верхнеюрских отложений хребта Лес. Составлен в районе с. Акуша (сверху вниз): (фото.10).



Фото. 10.

Верхний мел.

1. Маастрихтский ярус – песчанистые известняки, мощность 275 м. Вышележащие отложения датского яруса размыты эрозией.

2. Кампанский и сантонский ярусы – песчанистые известняки в верхней части и чередование известняков и мергелей в средней и нижней части. Мощность 250 м.

3. Коньякский и туронский ярусы – известняки белые пелитоморфные. Мощность 50 м.

4. Сеноманский ярус – известняки глинистые, мощность 50 м.

Нижний мел.

5. Альбский ярус – глины с прослоями глинистых известняков в верхней части, глины песчанистые с редкими прослоями алевролитов и крупными шаровидными конкрециями мергелистого (глинистого) известняка в средней и нижней части, мощность 200 м.

6. Аптский ярус – чередование глин и рыхлых алевролитов с крупными шаровидными конкрециями глинистого известняка, мощность 350 м. Нередко шаровидные конкреции в апте и альбе содержат крупные до 1 метра в диаметре аммониты.

7. Верхнебарремский подъярус – чередование глин и алевролитов, а в нижней части пласт рыхлого песчаника. Общая мощность 180 м.

8. Нижнебарремский подъярус – органогенные (ракушечные) плотные известняки с пластом рыхлого песчаника в нижней части. Мощность 90 м.

9. Готеривский ярус – переслаивание глинистых известняков, рыхлых песчаников, глин, алевролитов. Нижняя часть кончается рыхлым известковистым песчаником. Мощность 137 м.

10. Валанжинский ярус – известняки плотные пелитоморфные, мощность 80 м. Они залегают с угловым несогласием на отложениях верхней юры.

Верхняя юра (нерасчлененная) – известняки сильно доломитизированные, мощность 10-60 м, которые залегают трансгрессивно на отложениях средней юры.

Разрез имеет научное значение как ППМ.

Сулакский (Хадумский) разрез палеогеновых и верхнемеловых отложений. Составлен по Хадумскому участку Сулакского каньона сверху-вниз. (фото.11).

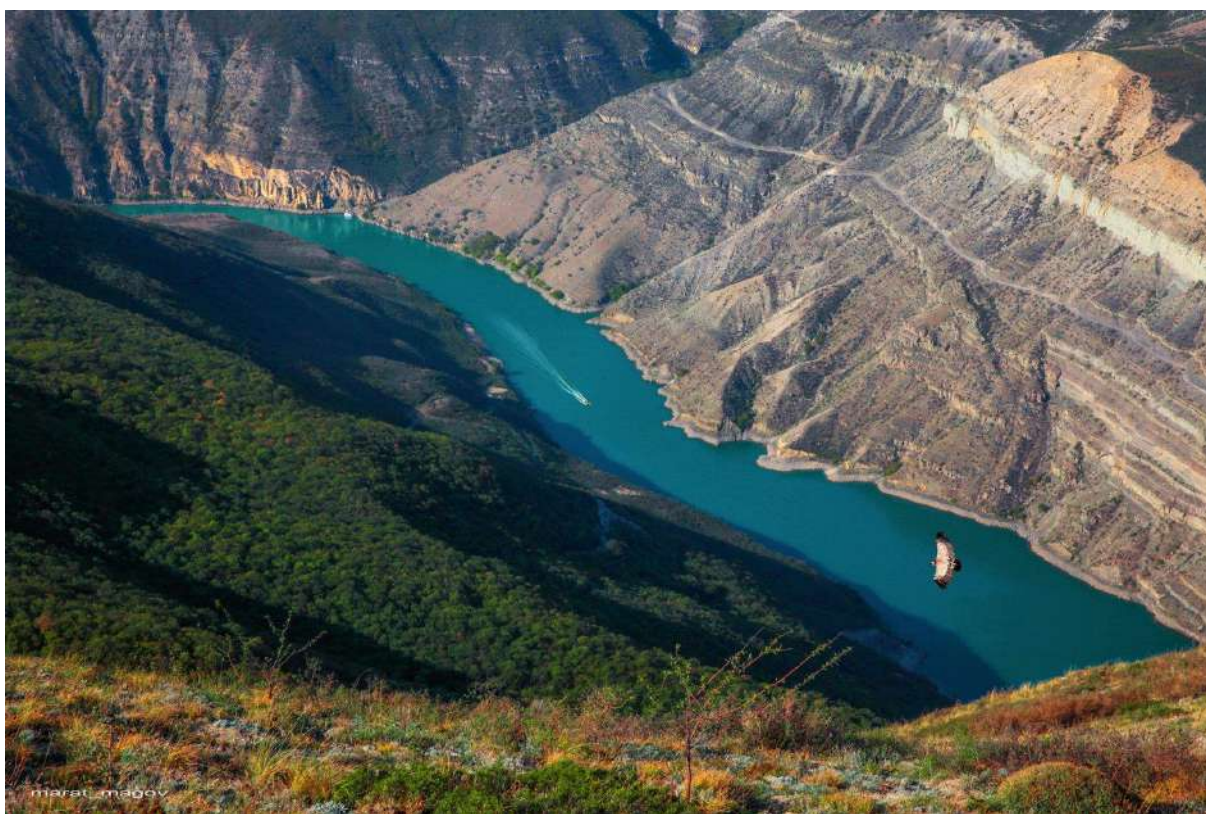


Фото. 11.

Эоцен.

1. Верхний подъярус – белые и зеленые известняки, мощность 20-40 м, ниже битуминозные мергели, мощность 20 м.

2. Средний подъярус – зеленоватые оскольчатые известняки, мощность 20м.

3. Нижний подъярус – зелено-серые мергели, мощность 60 м.

Плиоцен.

4. Верхний – красноцветные, бурые и розовые мергеля, внизу с тонкими прослоями песчаников и известковистых песчаников, мощность 25-30 м.

Верхний мел.

5. Датский ярус – серые и зеленовато-серые мергели, мощность 15-25 м.

6. Маастрихтский ярус – слоистые и плитчатые, серые и белые известняки внизу и зеленовато-серые мергели и глинистые известняки вверху, мощность 40 м.

7. Кампанский ярус – плитчатые, кремнистые серовато-белые известняки, мощность 30 м.
8. Сантонский ярус – серовато-белые и белые известняки без прослоев мергеля, мощность 70 м.
9. Коньякский ярус – чередование известняков с прослойками зеленоватых, зеленовато-лиловых мергелей вверху, белые известняки внизу, мощность 35 м.
10. Туронский ярус – розовые и белые известняки с прослоями серых, зелено-серых и кирпично-красных мергелей, мощность 80 м.
11. Сеноманский ярус – глинистые песчаники с тонкими прослоями зелено-серого мергеля, внизу встречаются тонкие (до 10 см) прослойки фосфоритов и фосфатизированной фауны, мощность 26-37 м.

Разрез имеет научное значение как ППМ.

Салатаусский (Сулакский) разрез меловых и юрских отложений составлен по южному склону хребта Салатау (у Кхиутского серного месторождения) и по балке Бергучи-кал (фото 12).

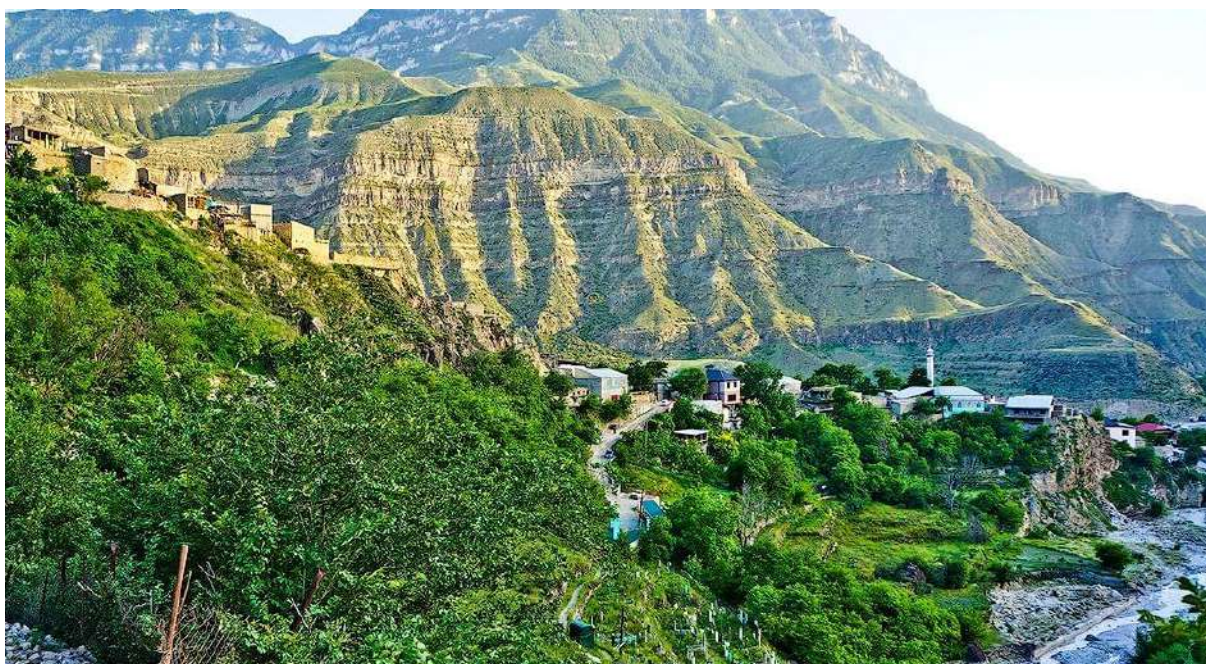


Фото. 12.

Верхний мел.

1. Датский ярус – известняки с прослойками мергелей, мощность 30 м;
2. Маастрихтский ярус – известняки белые пелитоморфные, мощность 120 м;
3. Кампанский и Сантонский ярусы – известняки с прослойками мергелей и с включением конкреций и стяжений кремния в нижней части, мощность 250 м;
4. Коньякский и Туронский ярусы – чередование известняков и мергелей, мощность 130 м;
5. Сеноманский ярус – известняки с прослойками мергелей, мощность 40 м;

Нижний мел.

6. Альбский ярус – чередование глин, мергелей, алевролитов, песчаных глин, реже с прослойками песков, мощность 90 м;
7. Аптский ярус – чередование песчаных глин, глин и алевролитов, мощность 175 м;
8. Барремский ярус – известковистые песчаники в верхней части и органогенные известняки в нижней части, мощность 65 м;
9. Готеривский ярус – чередование рыхлых песчаников и органогенных известняков, мощность 60 м;

10. Валанжинский ярус – известняки сильно доломитизированные с прослойками и линзами целестина в верхней части, мощностью 38м и сахаровидные гипсы с линзой сероносных мергелистых глин (0-3м), мощность 9м;

Верхняя юра.

11. Титонский (Волжский) и киммериджский ярусы – чередование доломитов, доломитизированных известняков и гипсов, мощность 160м;

12. Оксфордский ярус и верхний келловей – известняки доломитизированные, песчаники известковистые с прослойками гравелистых песчаников, мощность 190м;

13. Нижнекелловейский подъярус – алевролиты, мощность 30м;

Средняя юра.

14. Батский ярус – чередование алевролитов и глин, мощность 210м;

15. Байосский ярус – мощная толща аргиллитов с редкими конкрециями сидеритов в верхней и средней части и песчаники в нижней части, мощность 277м;

16. Верхнеааленский ярус – глины темно-серые, мощность 30м;

17. Нижнеааленский ярус – чередование песчаников и глин, обнаженная мощность – 150м.

Сардаркентское обнажение находится в Сулейман-Стальском районе Южного Дагестана у с. Сардаркент, на левом берегу р. Чирах-чай (фото 13).



Фото. 13.

Обнажение сложено в нижней части доломитами, доломитизированными мраморизованными известняками верхней юры, а в верхней части пелитоморфными слоистыми известняками валанжинского яруса нижнего мела. В этом обнажении четко видно несогласное залегание пород нижнемелового возраста на размытой поверхности титонских отложений верхней юры.

Сардаркентское обнажение (фото 13) представляет интерес для изучения колебательных движений в юрское и меловое время в этом районе.

Чохский разрез юрских отложений. Составлен по району с. Чох – котловина Амадамайдан сверху вниз: (фото. 14).



Фото. 14.

Верхняя юра.

1. Титон-Оксфордский ярус – известняки оолитовые с прослойками органических известняков. Мощность 51,6 м.

2. Келловейский ярус – аргиллиты с прослойками глин и пачкой слоев мергелей в верхней части (8,3 м). Общая мощность 212,9 м.

Средняя юра. 3. Батский ярус – глины с прослойками конкреций сидеритов и с подчиненными прослойками мергелей. Мощность 301,4 м.

4. Верхнебайосский подъярус – глины темно-серые в верхней части (78 м) и чередование глин и алевролитов в нижней части (49,3 м). Общая мощность 127 м.

5. Нижнебайосский подъярус литологически подразделяется на три толщи: а) верхняя – алевролито-глинистая, представлена чередованием глин и алевролитов с прослоями сидеритов, мощность 173,9 м; б) средняя-глинистая – глины с прослоями алевролитов и сидеритов в нижней части, мощность 127,5 м; в) нижняя – алевролитовая – чередование песчаников, алевролитов и глин с прослоями сидеритов, мощность 58,5 м. Общая мощность нижнего байоса 379,9 м.

6. Верхнеааленский ярус – мощная толща чередующихся слоев глин, алевролитов и песчаников с прослоями сидеритов в средней части. Мощность 641,7 м.

Нижняя юра. Нижнеааленский ярус. Литологически различают две толщи: верхняя – песчано-алевролитовая. Она представлена чередованием песчаников и алевролитов с преобладанием первых. Мощность 313,9 м. Нижняя – песчаниковая представлена мощными пачками и пластами песчаников с прослоями алевролитов и конгломератов в нижней части. В средней части встречаются прослойки каменного угля, 406,9 м – общая мощность нижнего аалена. Общая мощность юрских отложений в обнаженной части – 2429,6 м.

Разрез имеет научное значение.

Таким образом стратиграфические и геохронологические памятники природы Известнякового Дагестана очень многочисленны. Нами выделены и исследованы только некоторые из них. В каждом регионе нашей Родины есть свои уникальные и неповторимые природные творения. Все они, без всякого сомнения, заслуживают внимания и бережного отношения к себе[3].

Большой проблемой в нашей стране является тот факт, что многие природные объекты не внесены в соответствующие списки и не имеют охранного статуса. Более того, многие памятники природы существуют только "на бумаге": никаких реальных мероприятий по их охране не ведется.

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

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).*

ПИ № ФС77-67725 от 10 ноября 2016 года

Ежеквартальный научный журнал

"Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН"

Выпуск № 1 (92) 2023

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 20.04.2023 г. Формат 60×84¹/₈.

Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная. Печать ризографная.

Усл. п. л. 10,7. Уч.-изд. л. 5,3. Тираж 200 экз. Заказ №23-04-92.



Отпечатано в типографии АЛЕФ

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

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

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